

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**TESIS DOCTORAL**

**Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales  
(miopía e hipermetropía) en la percepción del color dental**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Natalia Bonafé Cardozo**

**Directores**

**Juan Martínez Vázquez de Parga**  
**Alicia Celemín Viñuela**

**Madrid**



# **ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPÍA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL**

Tesis Doctoral

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

Facultad de Odontología

Departamento de Odontología Conservadora  
y Prótesis Bucofacial

Natalia Bonafé Cardozo

2019



## ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

Memoria de investigación que presenta:

Natalia Bonafé Cardozo

Para optar al Grado de Doctor en Odontología  
por la Universidad Complutense de Madrid.

Tutora:

**Prof. Dra. Doña Alicia Celemín Viñuela**

Profesora Contratada Doctora

Directores:

**Prof. Dr. Don Juan Martínez Vázquez de Parga**

Profesor Titular

**Prof. Dra. Doña Alicia Celemín Viñuela**

Profesora Contratada Doctora

Departamento de Odontología Conservadora y Prótesis Bucofacial

Facultad de Odontología

Universidad Complutense de Madrid

2019



UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña. Laura Natalia Bonafé Cardozo, estudiante en el Programa de Doctorado en Ciencias Odontológicas, de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, como autora de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales (miopía e hipermetropía) en la percepción del color dental.

y dirigida por: Dra Alicia Celemín Viñuela y Dr. Juan Martínez Vázquez de Parga.

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Madrid, a 6 de junio de 2019

Fdo.: 

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.





# Dedicatoria

Este trabajo va dedicado en primer lugar a mi padre, que estaría muy orgulloso de poder verme hoy. Gracias a él he podido llegar donde estoy, pues me enseñó a luchar por lo que uno realmente desea. A mis hijos, a quienes les robé parte de mi tiempo con ellos y que sé que sabrán comprender el porqué. A Ed, que aunque llegó hace poco tiempo, tuvo que sufrir mi tensión y estrés final y supo animarme, darme fuerzas y hacerme ver que, sólo con constancia y paciencia, incluso lo que parece imposible ocurre...

Mamá, también va dedicado a ti, que aunque no has estado lo que hubiera deseado, eres mi madre...



# Agradecimientos

En primer lugar a mi amigo el Dr. Luis Vázquez; sin él esto no hubiera sido posible. Hizo todo lo que estuvo en su mano para que mi camino fuera éste y no otro.

Agradecer a mis directores de tesis por la dedicación y paciencia durante estos años, y al Dr. Jaime del Río por darme la oportunidad de realizar este trabajo con su equipo.

En especial a mi amigo Jacobo Merino, que es parte de mi familia y sin sus conocimientos todo hubiera sido más complejo.

Agradecerle a Isabel Jiménez por haber realizado la estadística y estar pendiente de mis dudas referentes a la materia.

Y por último y no menos importante, a mi amiga Lorena Capoble por su traducción tan profesional como de costumbre.





*Nunca sabes cuan fuerte eres  
hasta que ser fuerte es la única elección que tienes.*

*Y cuando esto sucede,  
eres intocable.*

CHUCK PALAHNIUK



# Índice

1. Resumen   13	6. Material y método   95
2. Abstract   15	6.1. Participantes y aparatología de medida de la luz   96
3. Introducción   17	6.1.2. Test de Ishihara   100
3.1. El color   17	6.1.3. Guía de color utilizada   100
3.2. La luz y el color   18	6.1.4. Análisis espectrofotométrico   101
3.2.1. Introducción histórica a la ciencia del color   18	6.1.5. Método   104
3.2.2. La luz   22	7. Resultados   109
3.2.3. Color en odontología   29	7.1. Descripción de los participantes   109
3.3. El ojo: órgano de la visión   62	7.1.1. Distribución por sexo según el grupo   109
3.3.1. Embriología del ojo   63	7.1.2. Distribución por sexo según el número de valoraciones   112
3.3.2. Estructura anatómica del globo ocular   73	7.1.3. Distribución por el número de valoraciones según el grupo   113
3.3.3. Fisiología de la percepción del color   82	7.1.4. Distribución por sexo según la utilización de correctores visuales   116
4. Justificación   91	7.1.5. Distribución por grupo según la utilización de correctores visuales   118
5. Hipótesis y objetivos   93	7.1.6. Distribución del uso de corrector estratificado por sexo   121
5.1. Hipótesis   93	7.1.7. Distribución del número de aciertos según las dimensiones del color   122
5.2. Objetivos   93	7.1.8. Distribución por sexo de la puntuación obtenida en cada prueba   129
	7.1.9. Distribución por sexo de la puntuación global obtenida por cada observador   139

7.2. Descripción de las mediciones   150	8. Discusión   197
7.2.1. Distribución del número de mediciones por sexo y por grupo   150	9. Conclusiones   205
7.2.2. Distribución del uso y tipo de corrector por sexo y por grupo   152	10. Bibliografía   207
7.2.3. Distribución de las dimensiones del color en las piezas dentales muestreadas   155	11. Anexos   219
7.2.4. Distribución del número de aciertos en las mediciones según las dimensiones del color   157	Anexo 1. Hoja de información al alumno   219
7.2.5. Distribución de las puntuaciones en cada medición   159	Anexo 2. Consentimiento informado (para el estudiante de odontología   220
7.2.6. Distribución de las puntuaciones por observador   163	Índice de tablas   222
7.3. Análisis descriptivo de los aciertos en las dimensiones del color   167	Índice de figuras   224
7.3.1. Distribución del porcentaje de aciertos   167	Índice de ilustraciones   226
7.3.2. Distribución del porcentaje de aciertos por sexo   169	Fichas de recogida de datos cumplimentadas   231
7.3.3. Distribución del porcentaje de aciertos por grupo   170	Sin patología   231
7.3.4. Distribución del porcentaje de aciertos por tipo de corrector   170	Miopía   244
7.4. Colores más o menos acertados   172	Hipermetrópía   257

# 1. Resumen

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las rehabilitaciones dentales presentan a nivel funcional un elevado ratio de supervivencia, por lo que la estética de dichas restauraciones ha cobrado cada vez mayor importancia. La capacidad de reproducir lo más fielmente posible la anatomía natural del diente y la mejora de los materiales de restauración, hace que la determinación del color sea un elemento fundamental como criterio de éxito para obtener un óptimo resultado estético, y la guía de color dental, una herramienta muy útil para este fin.

Por tanto, el estudio de las alteraciones en la percepción del color del profesional que confeccione la prótesis dental, ya que es el encargado de realizar una selección del color, será un aspecto crítico para un correcto diagnóstico del color y el éxito de cualquier restauración.

## OBJETIVO

Evaluar si las alteraciones visuales (miopía e hipermetropía) influyen en la selección del color dental, qué dimensiones del color (intensidad, tinte, valor) se ven más afectadas en presencia de dichas alteraciones y si la variable género del operador es un factor del cual depende el obtener mejores resultados.

## MATERIAL Y MÉTODO

De los alumnos de 4º y 5º curso del Grado en Odontología de la UCM se seleccionaron 75 alumnos que fueron distribuidos en 3 grupos (miopía, hipermetropía y sin patología ocular) y se excluyeron a aquellos con alteraciones en la percepción del color, detectadas mediante el test Ishihara.

Cada participante realizaba 3 tomas de color sobre 3 dientes codificados de la guía. Si tenía patología realizaba la toma de color con la corrección adecuada y sin ella (6 tomas de color). La toma de color empleada fue la guía 3D Master de Vita, previamente codificada. Un odontólogo experimentado recoge los datos de cada



participante y le explica el manejo de la guía (según valor, intensidad, tinte), en el mismo box y en jornada de mañana con luz natural y luz fluorescente TLD965.

## RESULTADOS

La muestra está constituida por 75 estudiantes cuya distribución por sexo es la siguiente: 46 (61,3%) son mujeres de las que 21 no presentan patología (45,7 %), 18 poseen miopía (39,1 %) y 7 presentan hipermetropía (15,2 %). Y 29 estudiantes son hombres (38,7 %) de los que 15 no presentan patología (51,7 %), 12 son miopes (41,4 %) y 2 poseen hipermetropía (6,9 %).

Respecto al número de aciertos según la dimensión del color, el porcentaje de acierto de la dimensión «valor»/Value se encuentra en un 81,7 % (dispersión de 4,9 %), en la dimensión «intensidad»/Chroma el porcentaje del acierto es de 63,3 % (dispersión de 7,4 %), y en la dimensión «tinte»/Hue, el porcentaje fue de un 62,1 % (dispersión de 10,8%).

Al estratificar por género los grupos con patología visual, observamos que las puntuaciones medias totales sin utilización de corrector, son mayores en mujeres, que en hombres (6,16 vs. 5,86 puntos). Sin embargo, cuando se usa algún corrector, la puntuación media total es más alta en hombres que en mujeres (6,64 vs. 6,32 puntos), pero en ambos casos los resultados no son estadísticamente significativos.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo la Hipótesis Nula no se produce ya que sí existen diferencias entre los individuos sanos y los que tienen patologías, aunque no sean diferencias estadísticamente significativas.

Las alteraciones visuales afectan a los resultados en la selección del color si no se utilizan los correctores. Mejoran los resultados cuando se utiliza la corrección.

No hay peores resultados en las dimensiones del color en los individuos con alteraciones oculares (miopía, hipermetropía) en relación a los sanos.

No hay diferencias estadísticamente significativas por género (masculino, femenino) en relación a los resultados mejores o peores en la coincidencia de los colores dentales.

La dimensión más acertada es el Valor, seguida de la Intensidad y por último del Tinte.

## 2. Abstract

### INTRODUCTION

At the moment, dental rehabilitation poses at a functional level a high survival ratio; hence the cosmetic effect of the restorations has gained more relevance. Both the ability to replicate as truthfully as possible the tooth natural shape and the better quality of restoration materials make determining the color a key element, part of the success criterion, in order to obtain the best esthetic results. Also, the dental color guide is a very useful tool to that end.

Being the dentist in charge of selecting the color, the study of the alterations as regards the way in which he or she perceives color will be a key aspect for an accurate color diagnostic and for the success of any restoration.

### OBJECTIVE

Analyze whether visual abnormalities (myopia and hypermetropia) affect the selection of color for the dental piece, which color dimensions are more affected when visual abnormalities are present and whether the operator's gender is actually a factor that will influence the obtainment of better results.

### MATERIAL AND METHOD

75 students were selected among 4th and 5th year peers in UCM's Dentistry Degree, they were assigned into three different groups (myopia, hypermetropia and no eye disease) and by means of the Ishihara test, the ones with an altered perception of color were excluded.

Each participant made 3 color measurements on 3 codified teeth in the guide. If he/she had visual abnormalities, the color measurement was made using the appropriate correction, and also, without it (6 color measurements). The color measurement technique used was Vita 3D Master linear guide, previously coded. An experienced dentist gathered data from each participant and explained the handling and use of the linear guide (according to value, hue and chroma) in the

same cubicle, during the morning hours, with natural light and fluorescent light TLD965.

## RESULTS

The sample is composed by 75 students distributed by gender in the following way: 46 (61.3%) are female, 21 one of which do not have any eye disease (45.7%), 18 suffer from myopia (39.1%) and 7 have hypermetropia (15.2%). 29 students are male (38.7%), 15 have no eye disease (51.7%), 12 have myopia (41.4%) and 2 suffer from hypermetropia (6.9%) .

As regards the number of hits according to the color dimension, the percentage of hits for the “value” dimension is 81.7% (4.9% dispersion); in the «chroma» dimension the percentage of hits is 63.3% (7.4% dispersion); and in the «hue» dimension, the percentage was 62.1% (10.8% dispersion).

As the groups with visual disease are divided by gender, we observe that total mean scores with no correction are higher in women than in men (6.16 vs. 5.86 points); when some correction is used, however, total mean score is higher in men than in women (6.64 vs. 6.32 points), but in both cases the results are not statistically significant.

## CONCLUSIONS

In this investigation there is no null hypothesis, because there are differences between healthy individuals compared to those have a disease, even if the differences are not statistically significant.

If there is no correction, visual abnormalities do affect the results when selecting color. Results are improved when correction is used.

There are no worse results for color dimensions in individuals with visual abnormalities (myopia, hypermetropia), compared to healthy individuals.

Gender (male, female) does not pose a statistically significant difference as regards the better or worse results in matching the color of dental pieces.

The most accurate dimension is value, followed by chroma and, finally, hue.

## 3. Introducción

La reproducción del color es uno de los mayores desafíos en la odontología. Actualmente, existen importantes evidencias que indican que los dispositivos electrónicos de análisis de imagen digital RGB (Red-Rojo, Green-Verde, Blue-Azul), de espectrofotometría y de colorimetría son mucho más exactos y fiables que las guías de color. Sin embargo, estos dispositivos no están exentos de inconvenientes como su elevado coste y las complicaciones de su uso. Por estos motivos, no se puede desestimar el uso de las guías de color, las cuales han sido empleadas por mucho tiempo con un significativo éxito clínico en la estética y restauración dental. Claramente, dentro de sus competencias profesionales es muy importante que el odontólogo este familiarizado y conozca el uso de estas guías y sea además capaz de utilizarlas de manera adecuada y fiable.

Una de las limitaciones que han cuestionado la utilización de las guías de color es la subjetividad que conlleva la toma de color realizada con las mismas, debido principalmente al entorno, la fuente de luz y las características del observador. Si consideramos las variaciones debidas al observador, las patologías relacionadas con el órgano de la visión pueden ser uno de los factores claves en la subjetividad de este método de medición del color (1). El alarmante aumento de las patologías relacionadas con las alteraciones refractarias (miopía e hipermetropía) que sufre la población española hace que no podamos dejar pasar por alto la posible implicación que estas alteraciones de la visión podrían tener en la selección del color dental.

### 3.1. El color

Según la Real Academia Española se define el color como «la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda». La visión del color o visión cromática es, por tanto, un atributo sensorial de la visión, que proporciona una apreciación de diferencias en la composición de las longitudes de onda de la luz que estimulan la retina. De este modo, cuando percibimos un objeto de color, lo que vemos es la parte del espectro de luz que el objeto refleja o emite.(2).

Pero la ciencia del color no comprende solo la física, sino que en ella hemos de incluir además la psicofísica, la psicología e incluso la filosofía (3). En base a esto, surgió la definición de «**color percibido**». El color percibido es definido por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) como «la característica de la radiación visible que permite al observador distinguir las diferencias entre dos objetos de las mismas dimensiones, forma y estructura, siendo estas diferencias de la misma naturaleza que las producidas por una diferencia en la composición espectral de la radiación que interviene en la observación». Es decir, el color no es solo una respuesta a la interacción física de la luz, ya que también hay que tener en cuenta la naturaleza subjetiva del observador (4).

Teniendo en cuenta estas definiciones, es evidente que para que se produzca el fenómeno psicofísico de la percepción de color es necesario que exista una luz y un órgano de los sentidos que perciba dicho fenómeno (5, 6). Durante el desarrollo de esta introducción, hablaremos, en primer lugar, del ojo como órgano de la visión. En segundo lugar hablaremos de la luz y sus propiedades, centrándonos en cómo éstas influyen en todo el proceso de toma del color dental.

## 3.2. La luz y el color

### 3.2.1. Introducción histórica a la ciencia del color

Uno de los primeros filósofos que trató el tema del color fue Platón (427-347 A.C.). Platón postulaba que en el proceso intervenían tres fenómenos simultáneos. El primero era la llama o fuego que emanaba del propio objeto. El segundo es la llama que emana de nuestros ojos al ver algo, denominándolo flujo visual. Estos dos elementos se ven influenciados por un tercero que es la luz. El cruce de los tres produce la visión de los colores (7)

Para Aristóteles (384-322 A.C.), su afán no fue tanto la explicación de la percepción del color, como la explicación de la asociación de los sentidos con los elementos naturales: el fuego, la tierra, el agua y el aire. Aristóteles se basa no tanto en el estudio de las propiedades de la luz, sino más bien en la transparencia de los objetos. Los objetos son transparentes y se percibe su color según su grado de transparencia donde el blanco es la máxima transparencia y el negro lo opuesto (2).

Varios siglos después, Leonardo Da Vinci (1452-1519) definió al color como «propio de la materia», definiendo la siguiente escala de colores básicos: primero el blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores. Después, en su paleta, seguía amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, ya que es el color que nos priva de todos los otros.

Los primeros estudios científicos que supusieron el primer paso hacia la denominada ciencia del color fueron comenzados por Newton, con el descubrimiento de la luz espectral que hizo en su **Teoría Corpuscular**. Los experimentos de Newton se basaron en la refracción y dispersión de la luz a través del prisma (Figura 1) y fueron



publicados en 1704 (8). En sus experimentos observo que al incidir la luz sobre el prisma se podían ver determinados colores, dependiendo de la posición del prisma, el ángulo o su formación y que estos se originan a partir de su capacidad de ser refractados. Con estos experimentos, llega a la conclusión de que la luz blanca podía descomponerse mediante un prisma triangular en una banda de siete colores que denominamos «espectro cromático» y que se ordenaban, de acuerdo con su longitud de onda, en las siguientes sensaciones: violeta, añil, azul, verde, amarillo, naranja y rojo (Ilustración 1). Esto se debe a que cuando la luz blanca incide sobre un elemento absorbe algunos de esos colores y refleja otros. Existen pues según Newton, dos tipos de colores, «originales y simples» y «colores creados de la mezcla de los anteriores».

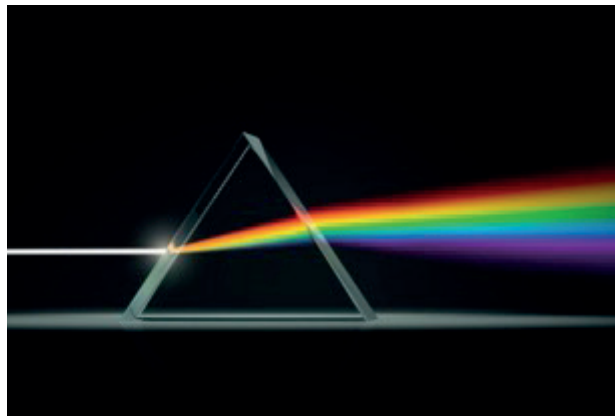


Ilustración 1: Dispersión cromática de la luz. Experimento de Isaac Newton, donde observo que la luz se descomponía en un espectro de color, al pasar a través de un prisma.

Johann Goethe (1749-1832) realizó estudios fisiológicos y psicológicos de las actitudes humanas en presencia de los colores, sentando las bases de la psicología del color que conocemos en la actualidad y destacando la percepción humana como el aspecto olvidado por las teorías newtonianas. Goethe realizó un triángulo con tres colores primarios, el rojo, el amarillo y el azul, y los asoció con la mente humana, detectando así ciertas emociones (9) (Ilustración 2).

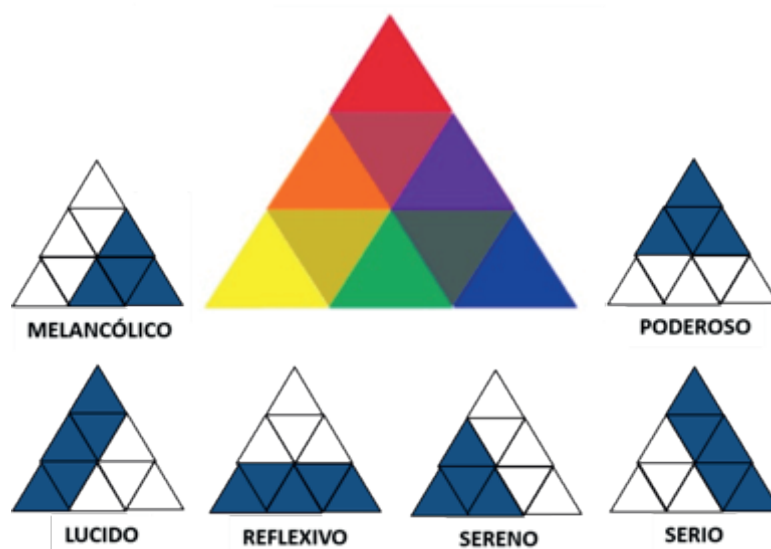


Ilustración 2: Diagramas triangulares en los Johann Goethe basó el contenido emocional de cada color y sentó las bases de la actual «Psicología del Color».

Fue en el año 1798 cuando Dalton descubrió su propia percepción anómala de los colores rojo y verde, describiéndola detallada y sistemáticamente (10).

En el siglo XIX, Thomas Young determinó por investigación que los seis colores del espectro pueden quedar reducidos a tres colores básicos: el verde, el rojo y el azul. Tomó entonces tres linternas y proyectó tres haces de luz a través de filtros de los colores mencionados, haciéndolos coincidir en un mismo espacio; los haces verdes, rojo y azul se convirtieron en luz blanca. En otras palabras, Young recompuso la luz (11).

Más tarde, esta teoría fue ampliada por Helmholtz (1852), conociéndose con el nombre de **Teoría Tricromática de Young-Helmholtz** (Ilustración 3). Una de las principales conclusiones a las que llegaron es que se necesitaban tres longitudes de onda para formar los distintos colores del espectro (roja, verde y azul). Esto les indujo a pensar que a nivel retiniano deberían existir receptores específicos para cada una de estas tres longitudes de onda, es decir tres tipos de fotorreceptores con sensibilidades espectrales diferentes y proponiendo que la visión de cualquier otro color se produciría por las sensaciones combinadas de dos o tres de estos receptores. La luz que llega a la retina estimula a todos los receptores, pero según su longitud de onda, determinaría una respuesta mayor en el tipo de receptores sensibles a esa longitud de onda. Existirían por tanto tres receptores retinianos con sensibilidades espectrales solapadas, cada uno con una respuesta máxima en una posición espectral diferente y proporcional a la intensidad del estímulo (12).

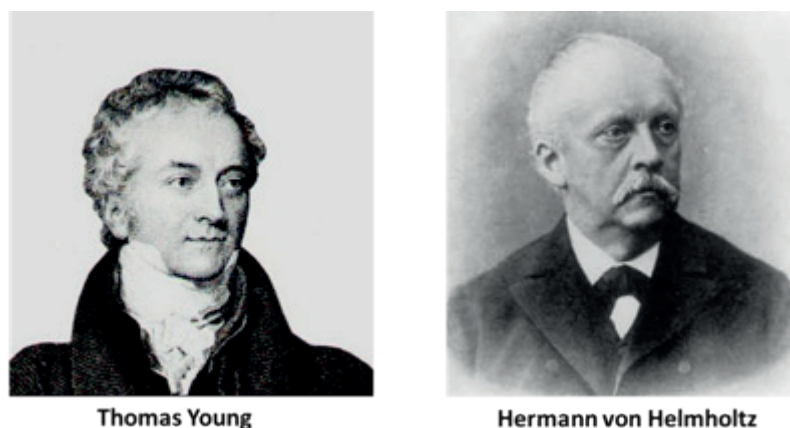


Ilustración 3: Thomas Young y Hermann von Helmholtz, científicos que desarrollaron la Teoría Tricromática del color

De manera paralela, y notando las limitaciones de la teoría desarrollada por Young-Helmholtz, en 1870 Ewald Hering (Ilustración 4) propuso una teoría diferente (13). Mientras que Young-Helmholtz sostenían que el ojo humano percibe todos los colores a partir de tres «colores primarios» (rojo, verde y azul), Hering, en cambio, creía que el sistema visual funciona a partir de un proceso de oposición de colores. Sostenía la existencia de seis colores primarios agrupados en tres pares: rojo-verde, amarillo-azul, blanco-negro. Esto lo dedujo estudiando las postimágenes que se generan viendo láminas de colores (Ilustración 4). Observó que la visión de un campo rojo genera una postimagen verde y una cartulina verde, una postimagen roja y, de la misma forma ocurría con el azul y el amarillo. Hering ofreció una explicación en el plano fisiológico que mejoraba la concepción sobre la visión de los colores, proponiendo que la visión del color era debida a tres mecanismos o canales que responden simultáneamente a dos colores, rojo-verde, amarillo-azul, y blanco-negro. Estos receptores irían seguidos de un clasificador en el cerebro para separar estos dos colores (14). Esta hipótesis se conoció como la **Teoría Oponente de la visión del color** de Hering (15). Aunque esta teoría se desechó por falta de fundamento, si es cierto que la oponencia de color juega un papel importante en el procesamiento de la información del color. Así, los estudios psicofísicos realizados en 1957 por Hurvich y Jameson (16) determinaron la sensibilidad espectral de los canales oponentes rojo-verde y amarillo-azul. Más aún, De Valois y cols. (17) demostraron que las células del núcleo geniculado lateral del macaco tienen oponencia cromática (18).

Hoy día se ha demostrado la existencia de tres tipos de conos sensibles a una determinada Longitud de Onda en su sensibilidad máxima.



**Ewald Hering**



Ilustración 4: Ewald Hering, creador de la Teoría Oponente del color. Esta teoría fue desarrollada estudiando las postimágenes que se generan viendo láminas de colores.

### 3.2.2. La luz

#### 3.2.2.1. Composición espectral de la luz

Los rayos de luz salen de la fuente luminosa como ondas luminosas que viajan en varias Longitudes de Onda. El ojo humano es sensible a radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda oscila entre 380 nm (color violeta) y 780 nm (color rojo) (19). A este segmento de radiaciones se lo conoce como **espectro visible** (Ilustración 5).

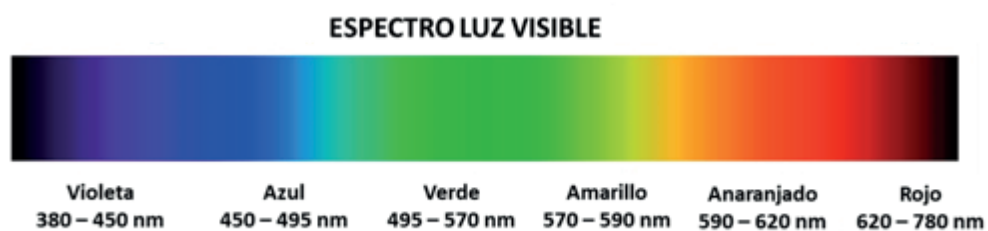


Ilustración 5: Longitudes onda correspondientes a los colores del espectro visible distinguidos por el ojo humano.

#### 3.2.2.2. Principios y propiedades de la luz

Cuando la luz llega a un objeto pueden ocurrir diferentes procesos: la luz puede ser absorbida, puede ser reflejada, puede ser transmitida a través del objeto o dispersada pudiendo, en este caso, darse procesos de fluorescencia y opalescencia.(3).

### TRANSMISIÓN Y ABSORCIÓN

La transmisión ocurre cuando la luz emitida atraviesa un objeto transparente o translucido, y esta luz transmitida es recogida por las células de la retina, provocando estímulos que cuando son interpretados por el cerebro, permiten la observación del color. Si la luz emitida interacciona con las moléculas o partículas presentes en este objeto, parte de la luz es absorbida por ese objeto (Ilustración 6) En este caso, las longitudes de onda que no son absorbidas son recogidas por las células receptoras del ojo. Las longitudes de onda absorbidas, vienen determinadas por el material y las características del objeto atravesado. Las longitudes de onda que no son absorbidas se transmiten a través de este objeto y se perciben como el color de ese objeto (20).



Ilustración 6: Transmisión de la luz a través de un objeto. Tomada de Chu y cols., 2004 (2).

### REFLEXIÓN Y ABSORCIÓN

La reflexión ocurre cuando el rayo de luz incide sobre un objeto sólido y entonces la luz incide y refleja, en parte o en su totalidad, en ese objeto (15). Dependiendo de la estructura molecular y la densidad de ese objeto, ciertas longitudes de onda pueden ser absorbidas en lugar de reflejadas. Las longitudes de onda reflejadas componen el color percibido (Ilustración 7).

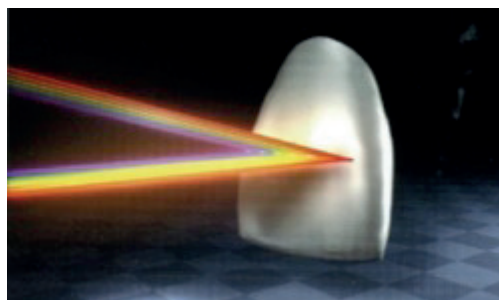


Ilustración 7: Reflexión de la luz al incidir sobre un objeto sólido. Tomada de Chu y cols., 2004 (2)



Un material que refleja todas las longitudes de onda se percibe como color blanco. Si el objeto absorbe toda la luz, se percibe de color negro (Ilustración 8). En la mayoría de los casos, algunas longitudes de onda son absorbidas y otras reflejadas. Cuando este ocurre, el color percibido corresponde a las longitudes de onda que son reflejadas (2). Por ejemplo, si un material absorbe longitudes de onda verdes y azules y refleja la roja su color será percibido como rojo (Ilustración 8).

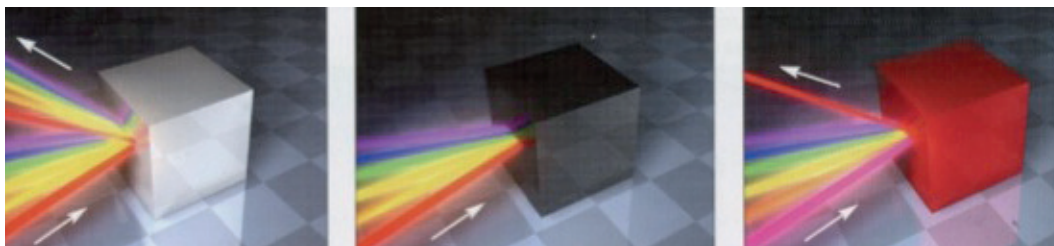


Ilustración 8: Reflexión de la luz al incidir los objetos. Los objetos que reflejan todas las longitudes de onda son percibidos como blancos. Los objetos que absorben toda la luz son percibidos como negros. Un objeto rojo corresponde a aquel que refleja la luz roja y absorbe el resto de longitudes de onda. Tomada de Chu y cols., 2004 (2).

#### TEORÍAS SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

En la actualidad, existen tres teorías que tratan de explicar cómo influye la longitud de onda en la percepción del color. Estas son:

1. La Teoría tricromática.
2. La Teoría de los procesos oponentes.
3. La Teoría del retinex.

##### 1. Teoría Tricromática

Como ya se ha comentado esta **Teoría Tricromática** del color propuesta por Thomas Young en 1802 y reelaborada por Herman Helmholtz en 1852. El hecho de que podamos obtener cualquier color (no primario) mezclando luces de otros tres colores, constituye el fundamento en que se basa esta teoría, que, a su vez se ve apoyada por el descubrimiento de los tres tipos de pigmentos en los conos (21). Sostiene que la percepción del color es el resultado de la interacción de tres mecanismos receptores que poseen diferentes sensibilidades espectrales (Ilustración 9), es decir, que son sensibles a distintas longitudes de onda (roja, verde y azul) (22).

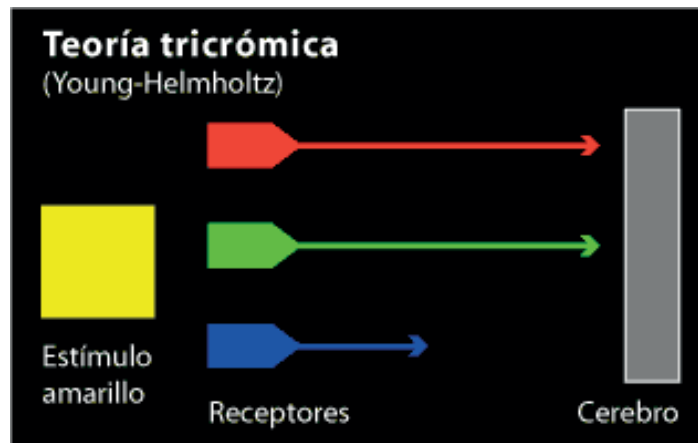


Ilustración 9: Teoría tricromática del color de Young-Helmholtz se formó sobre la idea de que existían tres clases de receptores en la retina sensibles a cada uno de los tres colores primarios (rojo, verde y azul). ([http://cala.unex.es/calapistemowikia/index.php/Aplicaciones\\_de\\_la\\_L%C3%B3gica\\_Difusa\\_a\\_la\\_Colorimetr%](http://cala.unex.es/calapistemowikia/index.php/Aplicaciones_de_la_L%C3%B3gica_Difusa_a_la_Colorimetr%C3%BA))

Sin embargo, esta teoría no permite explicar ni los postefectos cromáticos negativos, ni el fenómeno del contraste simultáneo de colores.

## 2. Teoría de los Procesos Oponentes

Como hemos visto esta Teoría fue propuesta inicialmente por Ewald Hering en 1878. Hering observó que ver un campo rojo genera una postimagen verde y que ver un campo verde genera una postimagen roja; ocurre un resultado similar con el azul y el amarillo. Este autor sostenía que el amarillo no era sensaciones compuestas de color, sino que eran tan puras o primarias como la del rojo, verde y azul. En esta teoría se propone la existencia de señales opuestas, formadas por los pares rojo-verde y azul-amarillo (23). Esto explicaba la existencia psicológica de cuatro colores primarios en lugar de tres. A estos pares se le añade uno nuevo de oposición blanco-negro, denominado canal acromático al no portar información sobre el color (Ilustración 10).

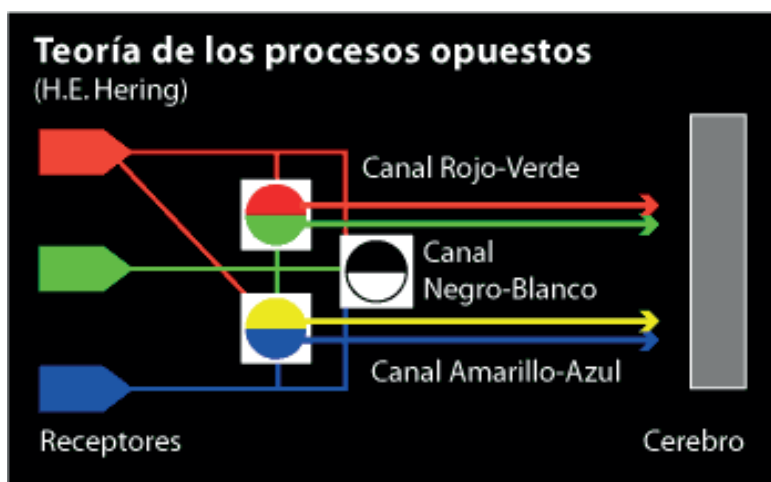


Ilustración 10: Teoría de los Procesos Oponentes. En 1878 Hering propuso una nueva teoría que explicaba la percepción de los colores en base a las respuestas oponentes generadas por el azul-amarillo y el rojo-verde, añadiendo más tarde la oposición negro-blanco. [http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones\\_de\\_la\\_L%C3%B3gica\\_Difusa\\_a\\_la\\_Colorimetr%C3%ADa](http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones_de_la_L%C3%B3gica_Difusa_a_la_Colorimetr%C3%ADa)

### 3. Teoría Retinex

Fue propuesta inicialmente por Land en 1964, fruto de sus experimentaciones con la cámara fotográfica Polaroid (24). Observo la constancia del color, que éste no variaba a pesar de variaciones en el grado de iluminación ambiental. La teoría subraya las relaciones entre las manchas de luz de todo el campo visual, hasta el punto de hacer depender el color de una mancha de luz, en un campo complejo, más de sus relaciones con otras manchas adyacentes que de la energía y composición espectral de la propia mancha.

El término retinex pretende combinar la contribución de la retina y el córtex en la percepción cromática. Postula la existencia de tres o más sistemas independientes, sensibles a la luz, que comienzan en los receptores de máxima absorción a las intensidades largas, medias y cortas del espectro. Cada sistema forma una imagen, sin que éstas nunca se mezclen, sino que se comparan y combinan sus niveles de claridad. Es decir, se producen, separadamente, tres descripciones en blanco y negro de una misma imagen, que se diferencian en claridad. Al combinarse estos diferentes niveles de gris en el área V4 (área de codificación del color del encéfalo) posibilitan la percepción en color de una única imagen (25).

En definitiva, actualmente la percepción del color se explica mejor mediante la combinación de la Teoría Tricromática y la Teoría de los Procesos Oponentes. La Teoría de los colores oponentes explica el funcionamiento de las neuronas de las vías visuales. La Teoría tricromática explica el funcionamiento de los receptores o percepción cromática periférica. La teoría tricromática supuso por tanto un gran hito en la historia de la ciencia del color y a partir de ella se desarrollaron dos importantes conceptos: la Teoría aditiva y la Teoría sustractiva del color (2).

### TEORÍA ADITIVA DEL COLOR

Cuando la luz blanca se descompone presenta una a una, aisladamente, los llamados colores primarios, los cuales son el rojo, verde y azul (Ilustración 11). Esta teoría también recibe el nombre de **Modelo de Color RGB** al considerar los tres colores primarios al rojo (*Red*), verde (*Green*) y azul (*Blue*) (26). Cuando los tres colores se combinan, la síntesis aditiva de estos colores primarios es la luz blanca. Los colores secundarios, se obtiene por la mezcla de los colores primarios, y corresponden al azul cian, magenta y amarillo (24). La teoría aditiva se produce cuando existe una fuente emisora de luz, como es el caso de los monitores de computadoras y los televisores, donde los colores son formados por la mezcla de luz verde, roja y azul.



Ilustración 11: Teoría aditiva del color: Los colores primarios (rojo, verde y azul) se combinan para formar los colores secundarios (amarillo, azul cian y magenta). La mezcla de los tres colores primarios da como resultado el color blanco.

### TEORÍA SUSTRATIVA

En contraposición a la mezcla aditiva de los colores que emite una luz, tenemos la teoría sustractiva. Se llama síntesis sustractiva al principio por el cual se produce la absorción física de los colores. Cada componente refleja su propio color y absorbe los demás (27). Los colores primarios en este caso son el magenta, azul cian y amarillo (Ilustración 12). Los colores secundarios se obtienen por la mezcla de dos colores primarios. Los colores secundarios son verde, rojo y azul y se obtienen mezclando los colores primarios en la misma proporción. Los colores terciarios son el rojo violáceo, rojo anaranjado, amarillo anaranjado, amarillo verdoso, azul verdoso y azul violáceo, que surgen de la combinación en la misma proporción de un color primario y uno secundario (26). Los colores complementarios son los que al mezclarse con su antagonista proporcionan un color gris o negro. Cuando dos complementarios se unen entre sí, se absorben y se produce un color neutro (gris neutro). Esta teoría también recibe el nombre de **Modelo de Color CMYK** de las

siglas en ingles *Cian*, *Magenta* and *Yellow* y donde la K se refiere al negro, denominado con la letra K para diferenciarlos del azul (*Blue*) (2).



Ilustración 12: Teoría sustractiva del color: Los colores primarios (amarillo, magenta y azul cian) se combinan para formar los colores secundarios (verde, rojo y azul). La mezcla de los tres colores primarios da como resultado el color gris neutro.

En realidad, en esta teoría los colores se observan por la reflexión o transmisión de las distintas longitudes de onda, al incidir la luz sobre un material capaz de absorber determinadas longitudes de onda (2). Los colores primarios se observan por la absorción de una de las longitudes de onda RGB (*Red Green Blue*) y la reflexión/transmisión de las otras. Por ejemplo, el cian se forma por la absorción del rojo y la reflexión/transmisión del verde y azul. En la Ilustración 13 se indica como aparecen los otros dos colores primarios. Por este motivo se denomina a los colores CMY (*Cian Magenta Yellow*) como colores primarios sustractivos, ya que se forman por la sustracción (absorción) de determinadas longitudes de onda RGB.

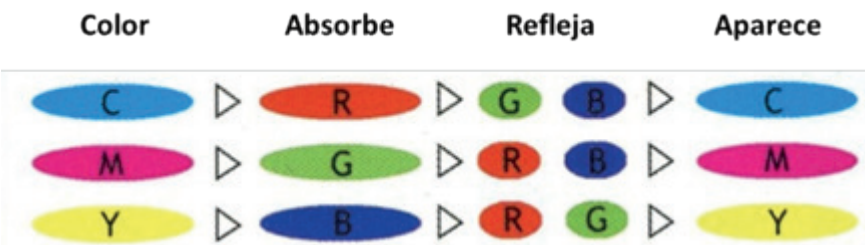


Ilustración 13: Los colores primarios de la teoría sustractiva se forman cuando un color aditivo primario es absorbido y los otros dos son reflejados. Tomada de Chu y cols, 2004 (2).

### 3.2.3. Color en odontología

El color de los dientes es hoy en día un factor muy importante en la clínica y la práctica diaria del odontólogo (28) La percepción visual como ya se ha comentado anteriormente, se genera en el ojo humano al transformar los estímulos lumínicos en potenciales de acción que llegan hasta el sistema nervioso central. Por lo tanto, cabría esperar que la percepción del color sea un dato matemáticamente objetiva. Sin embargo, a nivel clínico y para el odontólogo, se trata de una característica multidimensional completamente subjetiva (29).

El color en odontología se rige por el sistema de pigmentos. Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja o transmite como resultado de la absorción selectiva de la luz según su longitud de onda. En el campo de trabajo del odontólogo, al trabajar con pigmentos, nos regimos por el sistema sustractivo de la luz (30). El sistema sustractivo es el que rige todos los colores que se generan con pigmentos. En el sistema sustractivo si mezclamos los tres colores primarios obtenemos el color negro (o gris neutro) o lo que es lo mismo, la ausencia de luz. Esto indica que cada vez que mezclamos dos o más colores obtendremos como resultado un color con mayor tendencia al gris que los colores de partida. En odontología es por tanto imprescindible entender el color de los pigmentos ya que estos forman parte inherente de los elementos restauradores (cerámicas, composites y resinas acrílicas). Por lo tanto, entender el significado de los colores primarios, secundarios y complementarios es esencial (2).

#### COLORES PRIMARIOS

En el caso de los pigmentos, los colores primarios son muy similares a los colores sustractivos primarios, pero en lugar de denominarlos magenta, cian y amarillo, se denominan rojo, azul y amarillo (Ilustración 14). Como en los colores sustractivos primarios, estos colores se perciben cuando una de las longitudes de onda RGB es absorbida. El rojo se percibe cuando el verde es absorbido; el amarillo cuando se absorbe el azul; y el azul cuando se absorbe el rojo.



Ilustración 14: Colores pigmento primarios; se relacionan directamente con los colores sustractivos primarios pero se denominan rojo, amarillo y azul. Tomada de Chu y cols, 2004 (2).

### COLORES SECUNDARIOS

Los colores secundarios se forman por la combinación de dos de los colores primarios: rojo y amarillo forman naranja; amarillo y azul crean verde; y azul y rojo crean el violeta (Ilustración 15).



Ilustración 15: Colores pigmento secundarios; se obtienen mezclando dos colores pigmento primarios y se denominan naranja, verde y violeta. Tomada de Chu y cols, 2004 (2).

### COLORES COMPLEMENTARIOS

Los colores complementarios son aquellos que cuando se combinan en igual proporción se obtiene un color gris neutro que absorbe y refleja/transmite todas las longitudes de onda en igual proporción. Los pigmentos complementarios son azul/naranja, rojo/verde y amarillo/violeta (Ilustración 16).

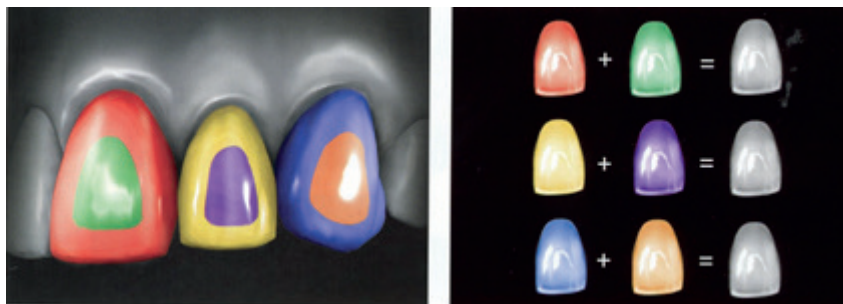


Ilustración 16: Colores complementarios, cuando los colores complementarios se mezclan, se obtiene el gris neutro.

#### 3.2.3.1. Naturaleza tridimensional del color

El color tiene una naturaleza tridimensional que se define mediante tres dimensiones físicas: tinte, valor e intensidad.

E. Bruce Clark (31) afirmó en sus trabajos que para realizar una selección adecuada del color en odontología es necesario aprender y conocer la naturaleza tridimensional del color: «En el estudio del color, el conocimiento íntimo de sus tres dimensiones no solo es el primer requisito sino el más importante, sin excepciones».

Por lo tanto, al considerar el color hemos de tener en cuenta tres dimensiones: tinte, valor e intensidad (3).

La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) determina que el color de un objeto se encuentra dentro del espacio del color y se define por sus coordenadas CIEL\*a\*b\*.

#### TONO O TINTE

El tinte es el elemento que distingue una familia de colores de otra. Los tintes son, por tanto, el resultado de la longitud de onda del estímulo de la luz. Se trata pues, de una variable cualitativa que nos permite distinguir un determinado color cromático, por ejemplo: rojo, verde, azul, amarillo, etc. (32) Sin que exista una clara distinción de donde termina un tinte y empieza otro. El orden de los tintes visibles del espectro es: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo (Ilustración 17).

Como hemos comentado, está determinado por la longitud de onda de la energía luminosa, de tal modo que los tres colores primarios (rojo, azul y verde) representan los tres tintes primarios y mezclando estos, se pueden obtener los demás tintes o colores. Las longitudes de onda cortas (en torno a los 450 nm) producen sensación de tinte azul, las longitudes de onda media (en torno a los 560 nm) provocan tintes verdes o amarillos y las longitudes de onda largas (en torno a los 700 nm) originan sensaciones de tintes anaranjado o rojo (2).

En el caso de los dientes, la fuente primaria del color dentario natural es la dentina y su tinte se encuentra en el intervalo del amarillo o amarillo-rojo (30).

#### BRILLO O VALOR

Es la interpretación subjetiva de la intensidad luminosa. En otras palabras, el valor percibido en un color o la cualidad por la cual un color claro se diferencia de uno oscuro. El valor relaciona la cantidad de blanco o negro en una escala negro-blanco (Martínez Vázquez de Parga y cols., 1994). El valor de un color se determina con aquella cantidad del gris con la cual se puede igualar su valor en una escala entre negro y blanco. (Ilustración 17).

El valor por tanto hace referencia a la cualidad (que no cantidad) de gris de un color. Esta cualidad será muy importante para el odontólogo (6). El valor se ve afectado sobre todo por la calidad y transparencia del esmalte (30). Clínicamente, podemos observar el valor o la luminosidad de un diente entornando los ojos. Así conseguimos que se active la visión escotópica de los bastones (para la luz media) (33).



## INTENSIDAD

La intensidad fue descrita por Grashann en el Siglo XIX como aquella cualidad por la cual distinguimos un color fuerte de uno débil. Es la proporción de tinte que contiene. (Ilustración 17). En otros términos, es la pureza del color. Cuanta menos proporción de blanco haya, resultará más saturado el color. De este modo, esta cualidad nos permite distinguir un color fuerte de uno débil, siendo una variable cuantitativa. Las unidades de la saturación son arbitrarias empezándose con cero para los colores neutros, pero sin que haya un fin de la escala.

En odontología esta cualidad viene dictada y está influida por la translucidez y el espesor del esmalte (34). En los dientes las intensidades más elevadas están en la porción gingival mientras que las más bajas están en las regiones incisales (20).

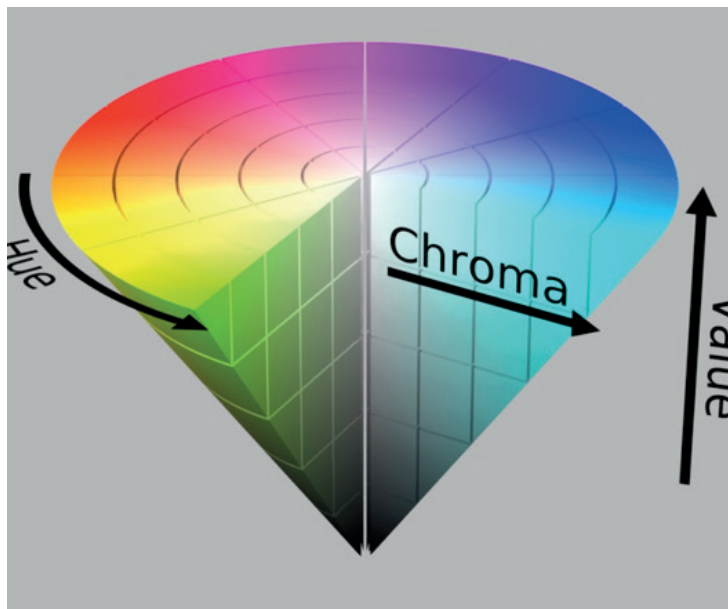


Ilustración 17: Las tres dimensiones del color: Tinte, intensidad y valor.

### 3.2.3.2. Sistemas cromáticos

La naturaleza tridimensional del color ha permitido desarrollar diferentes representaciones tridimensionales del color (35, 36). Las cualidades de valor, tinte e intensidad de Munsell permiten localizar en el «espacio de colores» de cualquier color utilizando un sistema de numeración conocido como Notación de Munsell (37, 38). Esto es válido para los colores en general, aunque no específico para el color dental. Es por ello que haremos mención a los sistemas válidos para el color en el campo de la Odontología.

Estos sistemas clasifican y ordenan los colores con una secuencia lógica, permitiendo que un color pueda describirse con exactitud (39), analizando además sus diferencias con otros colores. **Entre esos sistemas** destacan los siguientes:

#### 3.2.3.2.1. El espacio de color CIE 1931 (Standart Commission Internationale de L'Eclairage): CIE $x^*y^*z^*$

En 1931, la Comisión Internacional de la Iluminación (40) creó el sistema CIE, con el objetivo de unificar el color en relación con un marco de referencia y lograr la compatibilidad de los dispositivos de visualización (15).

El observador estándar CIE 1931 es el resultado de varios experimentos en los que se pidió a los sujetos que establecieran una igualdad entre longitudes de onda monocromáticas con mezclas de los tres colores primarios. El observador determina la cantidad de los tres colores primarios que se necesitan para obtener el color correspondiente y se apuntan los valores en una tabla con las correspondientes longitudes de onda (41).

Por lo tanto, el sistema CIE asigna una descripción del color dependiendo de la percepción humana. Según el sistema CIE, todos los colores de la naturaleza se obtienen mezclando en ciertas proporciones los tres colores básicos (rojo, azul y verde). Los datos triestímulo son, por tanto, las cantidades de los tres primarios que se necesitan para obtener un color y en el CIE 1931 se representan con los puntos  $x^*$ ,  $y^*$  y  $z^*$  (Ilustración 18).

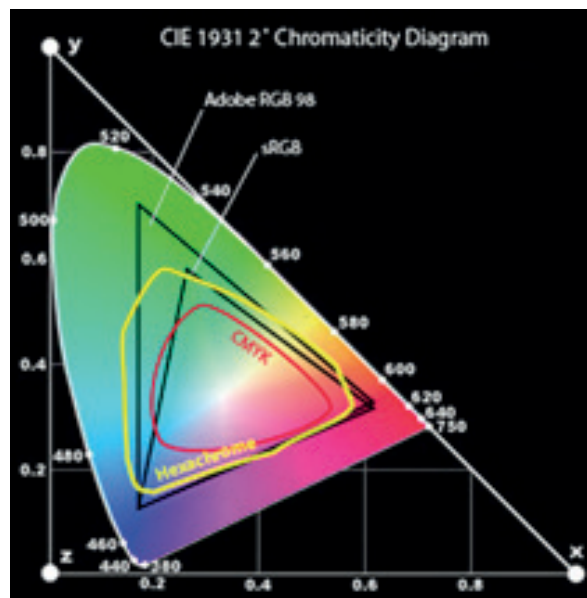


Ilustración 18: Diagrama de cromaticidad CIE 1931 (CIE  $x^*y^*z^*$ ). La curva espectral está encerrada en un triángulo equilátero, donde se establece un sistema de coordenadas ( $x^*$ ,  $y^*$ ,  $z^*$ ).

El eje de las X corresponde al dato del rojo y el eje Y corresponde al dato del verde; el cálculo del componente azul se realiza mediante la ecuación  $Z=1-(X+Y)$  (28).

El dato triestímulo  $y^*$  se corresponde con el valor. Los otros dos datos triestímulo no corresponden con ninguna de las dimensiones del color (42). El problema de este método es que sean cuales sean los colores primarios elegidos, algunos colores no se pueden igualar con ninguna combinación. Además, no permite la cuantificación del color, pues los colores no se pueden interpretar en sus tres dimensiones: valor, tinte e intensidad.

### 3.2.3.2.2. Sistema cromático CIEL\*a\*b\* (1976)

En el sistema CIELab (1976), siguiendo el planteamiento de la teoría de los opuestos, el espacio cromático se construye en torno a tres ejes (43). En el centro una escala de grises, establecida por el eje blanco-negro, un segundo eje amarillo-azul y un tercer eje verde-rojo (Ilustración 19). El color viene expresado por tres datos, que se indican con las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (44). La letra  $L^*$  representa el valor, que oscila entre el blanco y el negro, donde el negro es el 0 y el blanco 100. Las letras  $a^*$  y  $b^*$  designan el elemento del tinte:  $a^*$  en el eje de coordenadas verde/rojo y  $b^*$  en el eje de coordenadas azul/amarillo. Datos positivos de  $a^*$  corresponden al color rojo y datos negativos de  $a^*$  corresponde al color verde. El dato positivo de  $b^*$  es amarillo y el negativo es azul.

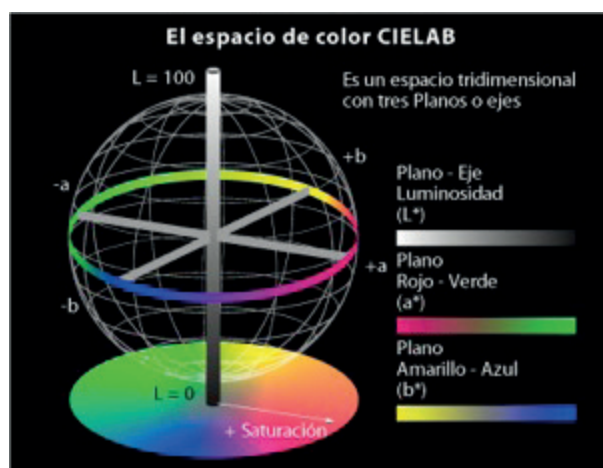


Ilustración 19: El sistema cromático CIEL\*a\*b\*, presenta un eje de luminosidad vertical ( $L^*$ ) y dos ejes horizontales ( $a^*$  y  $b^*$ ). Estos dos últimos ejes definen el plano del color, en el que la intensidad cromática aumenta radialmente hacia afuera.

Este sistema de colores se emplea en odontología, siendo recomendado por la Asociación Dental Americana. En este método se basan las guías dentarias y colorímetros electrónicos actuales (36)

### 3.2.3.2.3. Sistema cromático CIEL<sup>\*</sup>C<sup>\*</sup>h<sup>\*</sup>

El espacio de color L<sup>\*</sup>C<sup>\*</sup>h<sup>\*</sup>, similar al CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>, es preferido por algunos profesionales de las industrias porque su sistema se correlaciona bien con la forma en que el ser humano percibe el color (45). Tiene el mismo diagrama que el espacio de color L<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup> pero usa coordenadas cilíndricas en vez de usar coordenadas rectangulares.

En este espacio de color, L<sup>\*</sup> indica el VALOR y se corresponde con el establecido en el sistema CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>. C<sup>\*</sup> representa INTENSIDAD, establecida por la distancia desde el eje del valor (L<sup>\*</sup>) y comienza a 0 en el centro. h<sup>\*</sup> indica el TINTE establecido como un ángulo de color. El ángulo del tinte convierte los ejes a<sup>\*</sup> y b<sup>\*</sup> del CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup> en ángulos que son expresados en grados (ej. 0° es +a<sup>\*</sup>, o rojo, y 90° es +b, o amarillo).

Los instrumentos de medición de color facilitan la cuantificación de estos colores (46). Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los datos para cada coordenada: L<sup>\*</sup>, C<sup>\*</sup>, y h<sup>\*</sup> (Ilustración 20).

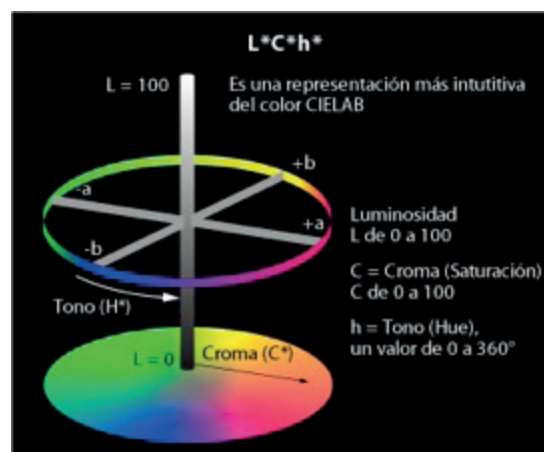


Ilustración 20: Espacio cromático CIEL<sup>\*</sup>C<sup>\*</sup>h<sup>\*</sup>, donde L<sup>\*</sup> corresponde a la luminosidad, C<sup>\*</sup> a la saturación o cromancia y h<sup>\*</sup> al tono.

### 3.2.3.2.4. Espacio tricromático dental

Para una mejor comprensión por parte de los profesionales, la zona del espacio cromático correspondiente a los dientes naturales se ha descrito como un subespacio cromático con forma de plátano en los sistemas CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup> y CIEL<sup>\*</sup>C<sup>\*</sup>h<sup>\*</sup> (47). Este espacio cromático está situado entre el rojo claro y el amarillo claro; tiene forma alargada y se extiende paralelamente al eje del valor (Ilustración 21). Más arriba se encuentran los dientes más claros; más abajo, los dientes más oscuros. Los colores más intensos se hayan en la curvatura externa del plátano, más alejada del eje central; los dientes con matiz rojizo se orientan hacia el eje a<sup>\*</sup>; los dientes con matiz

amarillo hacia el eje  $b^*$  (47). En el sistema CIE  $L^*a^*b^*$  los dientes más claros tienen valores de 78/1/12, mientras que los dientes más oscuros corresponden a valores de 62/6/31. En el sistema CIE  $L^*C^*h^*$  estos valores son de 78/12/86 y 62/32/78, respectivamente.

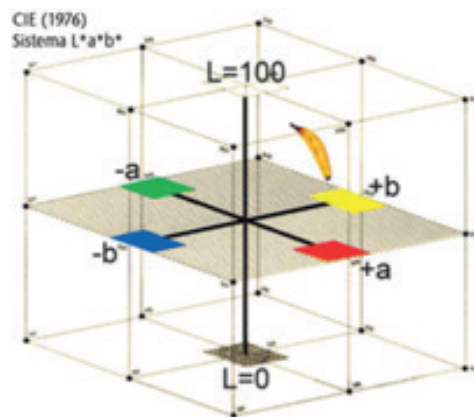


Ilustración 21: Posición del espacio cromático dental dentro del espacio cromático CIE  $L^*a^*b^*$  (47).

### 3.2.3.2.5. Evaluación del color. Diferencia de color o $\Delta E$ (Delta E)

La cuantificación en el cambio de color ofrece a veces más interés científico y técnico, que la propia medida de un color en sí. Se puede cuantificar el cambio de color en el espacio cromático como la distancia entre las posiciones de dos colores, la inicial y la final (47), a través del parámetro  $\Delta E$  (Delta E).

La diferencia de  $\Delta E$  (Delta E) permite medir los cambios de tinte e intensidad. Para calcular el  $\Delta E$  de dos colores se necesitan sus datos  $L^*C^*h^*$ . La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra al estándar (Ilustración 22). Referida como Delta ( $\Delta$ ), indica las diferencias en las coordenadas de color absoluto. Los deltas para valor ( $\Delta L^*$ ), intensidad ( $\Delta C^*$ ), y tinte ( $\Delta H^*$ ) pueden ser positivo (+) o negativo (-).

1.  $\Delta L^*$  = diferencia en valor (claridad y oscuridad (+ = más claro, - = menos claro)
2.  $\Delta C^*$  = diferencia en intensidad (+ = más intenso, - = menos intenso)
3.  $\Delta h^*$  = diferencia en tinte

Se calcula mediante la fórmula:

$$\Delta E^* = ((L^*1 - L^*2)^2 + (C^*1 - C^*2)^2 + (h^*1 - h^*2)^2)^{1/2}$$

La norma ISO 12647-2 es la encargada de los estándares de impresión, entre otras muchas definiciones, aborda los umbrales de tolerancia para  $\Delta E$  (48):

$\Delta E^*$	Calidad
1	Excelente
1-2	Buena
2-4	Normal
4-5	Suficiente
> 5	Mala

Datos superiores a 5 se proponen como inaceptables en la mayoría de procesos ya que indican que la diferencia de color es especialmente evidente.



Ilustración 22: Representación de la diferencia de color o  $\Delta E$ .  $\Delta E$  refleja la diferencia percibida por el ojo humano entre los colores localizados en los puntos P1 y P2. Los datos de  $\Delta E$  por debajo de 2 son difícilmente reconocidos por el ojo humano como una diferencia de colores (47).

### 3.2.3.3. Elementos que afectan a la toma del color con guías dentarias

Existen numerosas variables que afectan a la forma en la que el color es percibido. Entre los principales factores podemos destacar:

1. La luz
2. Propiedades ópticas del diente
3. Contrastes
4. Estado de adaptación del observador

#### 3.2.3.3.1. La iluminación

Dentro de este parámetro tenemos que destacar el concepto **Temperatura del color**. La temperatura del color de una fuente de luz se define comparando su color con la fuente de luz que emite un cuerpo negro radiante calentado a una determinada temperatura (2). La temperatura del color se expresa en Kelvin. El objeto de metal, llamado radiador Planckiano, no tiene color en sí mismo, pero si lo calenta-

mos hasta que esté incandescente, el cuerpo negro irradia luz y cambia de color según la temperatura.

Cuanto más alta sea la temperatura, más fría parecerá la luz que proviene de dicha fuente, y por lo tanto más azulada parecerá la luz. Por el contrario, cuanto más cálida sea la luz que produce, la luz blanca tenderá a tonos naranjas o rojos.

La naturaleza de la fuente de luz que ilumine la clínica es esencial en la toma del color dental, de hecho, el espectro de la misma influirá de forma decisiva en la apreciación cromática (49). La luz ideal para la toma de color clínica será aquella más próxima al espectro de la luz solar diurna (5500 a 6500 K), es por ello que una correcta iluminación natural es deseable en el momento de la toma de color, como esto no es siempre posible, se debe recurrir a fuentes de luz artificial (6, 50).

En este caso debe evitarse el empleo de fuentes de luz por incandescencia, como las bombillas corrientes o halógenas, con una temperatura del color de 3800 K. Como indica la Doctora Valor Priego es su tesis doctoral (51), las fuentes halógenas aumentan considerablemente la iluminación (luxes) pero la calidad de la luz no es adecuada para realizar la toma de color. Dichas fuentes, al tener una temperatura baja de color emiten tonos levemente amarillentos y/o rojizos (52). Por este motivo no se recomienda la toma de color con la lámpara del equipo dental, ya que emiten un espectro con mucha proporción de colores próximos al rojo, que puede alterar la apreciación del color (53).

Se recomienda el uso de las denominadas fuentes de luz «día», es decir con una temperatura de color similar a la luz del día en condiciones ideales (51). Se puede escoger para la toma del color dental una luz ambiente blanca neutra que se sitúe en el rango de 5000 K y 6500 K (54). Estas lámparas se conocen comúnmente como lámparas de luz de día  $D_{50}$  y  $D_{65}$ , (TLD 965 o TLD 955) que se relaciona con una temperatura de color de 5000 K y 6500 K respectivamente y que están indicadas para todos los procesos que exijan una correcta percepción cromática, tal y como se indicaba en las conclusiones de la Tesis Doctoral de Miriam Valor Priego sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental (Dirigida por el Dr. Martínez Vázquez de Parga y Dra. Celemín) (51).

También es interesante la observación bajo dos fuentes de luz diferentes (luz natural y luz artificial), con el fin de asegurar todavía más la selección, ya que en ocasiones dos objetos (p. e. la guía de color y el diente) pueden verse del mismo color bajo una fuente de luz y de diferente color bajo otra (Ilustración 23). Este fenómeno se denomina metamerismo (se comentará más adelante), y debe ser tenido en cuenta siempre que se determine un color de manera subjetiva (55, 56).



Ilustración 23: Apariencia de los dientes incisivos centrales superiores bajo distintas condiciones de luz. Tomado de Chu y cols., 2004 (2).

Como ya se ha comentado, este problema intenta ser solventado por la industria mediante el uso de fuentes de luz normalizadas, con una temperatura de color preestablecida, que facilitaría disponer de unas condiciones de observación constantes a cualquier hora del día y que ofrecen una luz de 6500 K. De este modo se proporcionan unas condiciones de observación ideales adecuadas, a cualquier hora y en cualquier lugar (2, 57). Entre estas lámparas disponibles en el mercado, podemos citar, por ejemplo, la lámpara «Shade Light» de Kerr (Ilustración 24).



Ilustración 24: Lámpara «Shade Light™» (KERR) que ofrece una luz de 6500 K.

#### 3.2.3.3.2. Propiedades ópticas del diente

La dentina y el esmalte presentan fenómenos de translucidez, metamerismo, opalescencia, fluorescencia, reflexión y refracción de la luz que determinan las propiedades ópticas de los dientes.



## METAMERISMO

El fenómeno por el que cual dos objetos parecen tener el mismo color en unas condiciones de luz, pero mostrar diferente color bajo otras condiciones distintas es llamado metamerismo (Ilustración 25) (58).



Ilustración 25: Apariencia de los incisivos superiores bajo distintas condiciones de luz. En estos dientes se puede observar el fenómeno del metamerismo (Chu y cols., 2004).

Los dientes, la resina compuesta y la porcelana son metaméricos, por lo que la selección de color debe hacerse bajo diferentes fuentes de luz y comprobar que se mantiene constante (59, 60).

## TRANSLUCIDEZ

La luminosidad es la característica más problemática a la hora determinar el color dental. Esta luminosidad depende claramente de una variante que es la translucidez de la restauración. Por este motivo, muchos autores coinciden claramente en señalar, al menos en la odontología, una cuarta característica del color que corresponde a la translucidez (3). El equilibrio entre la luminosidad y la translucidez puede ser la clave del éxito de nuestras restauraciones en lo concerniente al color (61). El termino translucidez se refiere a la capacidad para permitir el paso de la luz. Un cuerpo es más translucido cuando deja pasar la luz y se considera menos translucido cuando ocurre lo contrario. La morfología de la superficie influye en la reflexión de la luz jugando un papel importante en la percepción (53). El esmalte de un diente nuevo no es muy translucido, y la dentina resulta muy opaca. El esmalte de un diente más viejo se hace más fino, y translucido (Ilustración 26). La dentina se vuelve más opaca pero menos saturada (62).

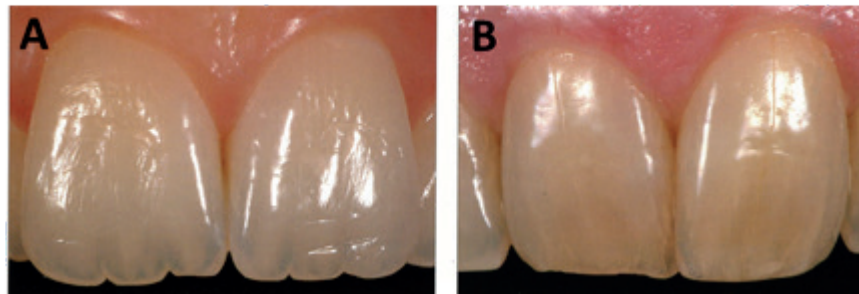


Ilustración 26: Dientes maxilares con una translucencia incisal azulada. B) Dientes maxilares con una translucencia incisal anaranjada debido a la edad. (2).

### OPAESCENCIA

Se define como la capacidad del diente y en este caso del esmalte, de poder producir efectos diferentes, según como le incida la luz. Cuando la luz se refleja en un objeto aparece de un color diferente a cuando se transmite a través de él. Si la luz incide sobre el diente desde el frente se originan tonos azules, pero cuando proviene de atrás, da tonos naranjas (63). La luz que proviene de atrás es luz incidente que penetra en el diente y se refracta de lingual a vestibular. Esta capacidad es lo que, en ocasiones, produce tonos azulados muy leves en zonas como bordes incisales y ángulos mesiales y distales; otras veces produce tonos naranja en los bordes incisales (Ilustración 27) (64). El operador cuando observa esto debe colocarse en varias posiciones para poder determinar si el color que está viendo viene de dentro del diente o si es un efecto óptico, para así comunicárselo al técnico.

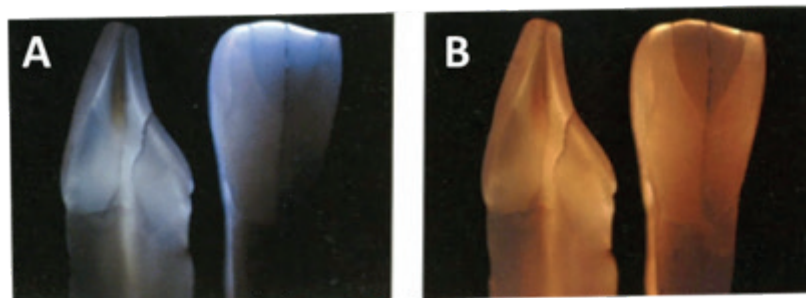


Ilustración 27: A) Efecto de opalescencia azul al incidir la luz desde el frente. B) Efecto de opalescencia naranja al incidir la luz desde atrás. (2).

### FLUORESCENCIA

Es la capacidad de absorber energía luminosa por un material, y la emisión espontánea de la misma en una longitud de onda ligeramente mayor, y por lo tanto con menor energía, cuando un rayo de luz es reflejado en él (65). Materiales como

la resina o la porcelana tienen la habilidad de ser fluorescentes, pero pueden presentar fluorescencia distinta a la del esmalte y esto provoca en muchas situaciones, cuando el paciente se expone a luz natural, las restauraciones se vean más «oscuras», pues no están emitiendo la misma cantidad de luz visible (66). Los pigmentos orgánicos presentes en la microestructura de la dentina son los responsables de la fluorescencia de este tejido (Ilustración 28) (28).

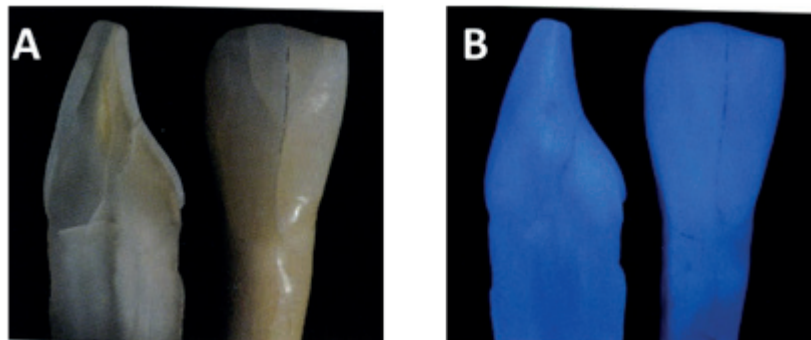


Ilustración 28: A) Dientes extraídos y observados bajo luz natural. B) Dientes observados bajo la luz ultravioleta para observar la fluorescencia natural de los dientes (2).

### 3.2.3.3.3. Efectos del contraste y del entorno

Los efectos del contraste corresponden a fenómenos visuales que pueden alterar considerablemente la percepción del color. Estos efectos crean lo que llamamos «ilusiones ópticas». Los elementos del entorno pueden por tanto crear efectos de contraste y su presencia, debido a la aportación de longitudes de onda diferentes, puede interferir con el registro del color verdadero del objeto (2).

El color de las paredes de la consulta, de los suelos, el color de la ropa del paciente, del maquillaje, etc. influyen en la toma de color dental (5, 6)

En la boca, el diente está rodeado ópticamente por tres segmentos cromáticos (67). El límite incisal está marcado por el fondo oscuro de la cavidad bucal, el límite proximal por los dientes colindantes (rojizos y amarillentos), y el límite cervical por las papilas rojas y la encía. El color de las encías oscila entre el rojo claro y el rojo oscuro, en función de la concentración genética de melanina, y sangre. En algunas ocasiones, algunas zonas son de color violeta. Los labios influyen en la toma de color de los dientes a causa de su propio color y de la aportación de sombras.

### CONTRASTE SIMULTÁNEO

Se produce cuando dos colores son observados al mismo tiempo. Es el fenómeno de la percepción visual por el que los colores de una zona tienden a verse con valor, tinte o intensidad contrarias a los colores que tengan las zonas cercanas.

La percepción del color es entonces afectada por tres factores: la iluminación del entorno, el color del entorno y la saturación relativa del entorno. Existen varios tipos de contraste simultáneo: de valor, de tinte, de intensidad, de temperatura, de cantidad, y complementario.

#### CONTRASTE DE VALOR

Cuando se observan de manera simultánea dos dientes que presentan dos valores diferentes, en contraste simultáneo, el más claro parecerá tener un valor más alto y el más oscuro, más bajo (Ilustración 29). Se correlaciona con el entorno como por ejemplo: el tono de la piel, el color del pelo, de los ojos, y con el valor de los dientes adyacentes y del periodonto (Ilustración 30) (68). Un entorno oscuro hará parecer el diente más claro y viceversa. Para combatir los efectos del contraste de valor en las restauraciones dentales, se deben escoger tonos más claros para pacientes con tonos más claros en el área dentofacial y viceversa (69).

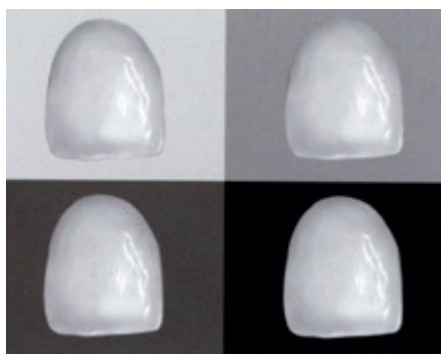


Ilustración 29: Efectos del contraste de valor. Los mismos dientes aparecen más claros cuando el fondo es oscuro (Chu y cols., 2004).



Ilustración 30: Efectos del contraste de valor debido a la inflamación de la encía. Los dientes observados en contraste con unas encías inflamadas aparecen de un color más claro (2).

### CONTRASTE DE TINTE

Un color puede ser percibido con un tinte diferente dependiendo del color del fondo o de las estructuras adyacentes. Cuando se observa un color de manera simultánea a otro, el tinte del primero se percibe más similar al tinte del color complementario del segundo (Ilustración 31). Por ejemplo, con el fondo azul los dientes adquieren un tinte naranja, mientras que con el fondo amarillo los dientes adquieren un tinte púrpura.



Ilustración 31: Efectos del contraste de tinte. Bajo diferentes colores de fondo, los dientes adquieren un tinte similar al color complementario del fondo. Los dientes en un fondo amarillo adquieren un tinte púrpura, mientras que los dientes en un fondo azul adquieren un tinte anaranjado (2).

### CONTRASTE DE INTENSIDAD

Se origina de la modulación de un tinte puro, saturándolo con blanco, negro o gris. El contraste puede darse entre colores puros o bien por la confrontación de éstos con otros no puros. Los colores puros pierden luminosidad cuando se les añade negro, y varían su intensidad mediante la adicción del blanco, modificando los atributos de calidez y frialdad.

Los dientes pueden parecer más saturados cuando el fondo es más saturado. Además, es importante considerar que cuanto más similar es el tinte y la intensidad del fondo es más difícil distinguir la forma dental (Ilustración 32).

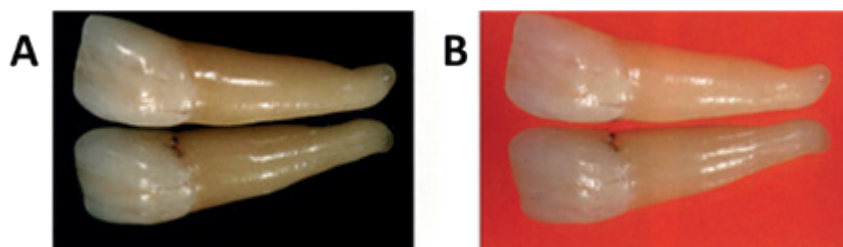


Ilustración 32: Efectos del contraste de saturación (2). A) Dientes de cerámica sin contraste de saturación. B) Dientes de cerámica con fondo de color naranja, donde se observa que los dientes se observan más difusos o menos nítidos debido al contraste de saturación.

### CONTRASTE DE TEMPERATURA

Es el contraste producido al confrontar un color cálido con otro frío (Ilustración 33). La calidez o frialdad de un color es relativa, ya que el color es modificado por los colores que lo rodean. Así un amarillo puede ser cálido con respecto a un azul y frío con respecto a un rojo. Y también un mismo amarillo puede ser más cálido si está rodeado de colores fríos y menos cálido si lo rodean con rojo, naranja, etc.

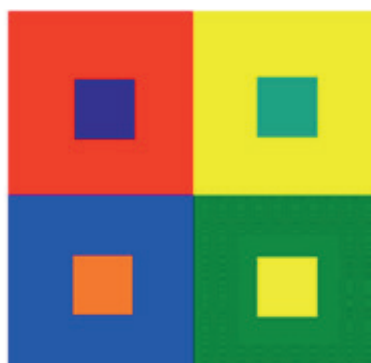


Ilustración 33: Contraste producido al confrontar un color cálido y otro frío. Un color puede ser más cálido si está rodeado de otros más fríos y viceversa.

### CONTRASTE DE COMPLEMENTARIOS

Dos colores complementarios son los que ofrecen juntos mejores posibilidades de contraste (Ilustración 34), aunque resultan muy violento visualmente combinar dos colores complementarios intensos. Para lograr una armonía conviene que uno de ellos sea su color puro, y el otro esté modulado con blanco o negro.

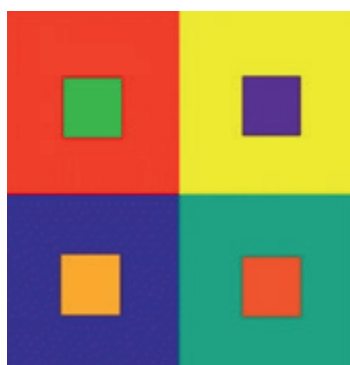


Ilustración 34: Contraste de complementarios. Dos colores complementarios son los que ofrecen juntos mejores posibilidades del contraste.

### CONTRASTE DE ÁREA

El tamaño de un objeto puede influir en la percepción visual del color. Dientes más grandes se ven más claros y dientes más claros se ven más grandes. Dientes pequeños se ven más oscuros y dientes oscuros se ven más pequeños (Ilustración 35).

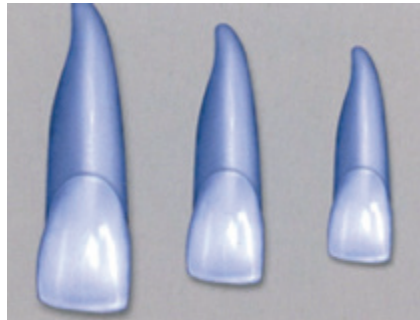


Ilustración 35: Efectos de contraste de área. Los dientes grandes parecen más claros que los dientes pequeños, mientras que los dientes pequeños parecen más oscuros (2).

### CONTRASTE ESPACIAL

Un objeto cerca del observador parecerá más claro y más grande que uno alejado (Ilustración 36). De este modo, los dientes retruidos se ven más oscuros y los dientes protruidos se ven más claros.



Ilustración 36: Efectos del contraste espacial. El incisivo mandibular derecho parece más oscuro al estar retraído con respecto a los otros dientes (2).

### CONTRASTE SUCESIVO

Cuando un color es visto inmediatamente después de otro, una imagen remanente del primer color afecta a la percepción del segundo color (Ilustración 37).



Ilustración 37: Efectos del contraste sucesivo (2). Cuando se observa durante unos segundos el diente amarillo, y a continuación se observa el diente blanco, se produce la sensación de ver la imagen complementaria en el diente blanco.

#### 3.2.3.3.4. Estado del observador

Ya hemos comentado que la percepción del color es un proceso subjetivo y por lo tanto puede verse afectado por numerosas causas relativas al observador (70).

La presencia de ceguera de color, fatiga, la edad, nutrición, medicamentos, las emociones, la exposición visual previa, incluso la interpretación personal de cada observador, pueden jugar un papel esencial a la hora de tomar la decisión de elegir un color definitivo para una restauración por parte del odontólogo (71).

1. Ceguera visual para el color: La ceguera visual está causada por la deficiencia o ausencia de uno o más tipos de los tres pigmentos primarios (rojo, verde y azul) en los fotorreceptores del ojo (conos). El principal efecto de la ceguera visual para los colores es una inferior capacidad para discriminar el tinte, valor e intensidad de los objetos, siendo el valor la cualidad menos afectada.
2. Edad: La edad afecta a la percepción del color. Esto se debe principalmente a que el cristalino del ojo va adquiriendo un color amarillento con la edad. Otros efectos, como la pérdida de pigmento en los conos con la edad, también pueden explicar los cambios en la visión del color. En términos generales, parece que el envejecimiento origina un mayor deterioro de la visión del color azul. Este declive de la percepción cromática comienza en torno a los 30 años y es un proceso paulatino, que se hace más notorio en torno a los 50-60 años.
3. Fatiga: Los ojos cansados no pueden discriminar el color de manera tan efectiva. Para evitar la fatiga ocular la selección de color debe ser rápida, esta debe tomar entre 5 a 7 segundos, para evitar el cansancio visual.
4. Nutrición: El consumo regular de frutas y vegetales puede ayudarnos a mantener nuestros ojos sanos, previniendo la degeneración macular. En concreto la ingesta de hojas verdes nos sirven para el mantenimiento de la luteína del ojo. El consumo de antioxidantes como las vitaminas A, C y E, así como de minerales como el zinc son también importante para la salud ocular.
5. Emociones: Las emociones pueden afectar al diámetro pupilar, teniendo un efecto directo en la determinación del color.



6. Medicamentos: El abuso de drogas, alcohol o cafeína pueden afectar a la percepción del color. Sus efectos pueden variar de una persona a otra.
7. Diferencia binocular: La diferencia binocular se refiere a la diferente percepción que podemos tener entre el ojo derecho y el ojo izquierdo.

### **3.2.3.4. Métodos para evaluar el color**

#### **3.2.3.4.1. Métodos manuales**

Los métodos manuales se basan en la comparación con un estándar. Los estándares de comparación suelen ser de papel, de resina o de porcelana. Este es el método en el que se fundamentan las guías de color. Este es un proceso muy común en odontología pero que se ve influenciado por numerosos factores (72). La fatiga cromática, la naturaleza de la fuente que ilumina la clínica, los colores de las paredes de la consulta son algunos de los factores que pueden afectar a la determinación de color con estos métodos (73).

#### **LAS GUÍAS DE COLOR**

Las guías de color consisten en unas tabletas que contienen varios incisivos centrales de diferentes colores, que se comparan con el diente natural, en las mismas condiciones de iluminación, hasta encontrar el de mayor similitud cromática.

Este tipo de sistemas de determinación del color, como ya hemos comentado, es influido por numerosas variables. Pero, además, las determinaciones subjetivas del color, mediante guías dentales presenta importantes limitaciones (74).

1. La uniformidad de los dientes de la tableta no coincide con el diente natural, ya que en estos son más oscuros en la zona gingival que en la incisal.
2. La inestabilidad de color de los dientes acrílicos.
3. Las diferencias de color entre los distintos lotes (75).
4. Los colores no están sistemáticamente colocados según su ubicación espacial (O'Brien, 1990). Algunas guías comerciales colocan ordenadamente el tinte, pero no el valor ni la intensidad, mezclándolos entre sí.
5. Los resultados no pueden ser transformados en el sistema CIEL\*a\*b\* (49).
6. La porcelana empleada en la guía no tiene por qué coincidir con la empleada en las restauraciones (30).

A pesar de estos inconvenientes, la determinación de color visual por comparación de los dientes con colores estándar, es el método más aplicado aun en odontología (77). Es un método barato y rápido. Las guías de color son por tanto indispensables, tanto para la selección del color de los materiales en la clínica, como para comunicar este al laboratorio protésico. A pesar de sus limitaciones las guías que más se utilizan son las siguientes:

### 1. Guía de colores Vita Clásical

La guía de colores Vita Classical de VITA es un referente en las guías de color desde hace más de 40 años (78).

Consta de 16 muestras clasificadas en cuatro grupos o familias (Ilustración 38). Se divide en cuatro grupos o cuatro tonalidades: A (marrón-rojizo), B (amarillo-rojizo), C (gris) y D (gris-rojizo). En esta guía hay varios niveles de cromatismo para el mismo tinte. Para cada tinte (A, B, C y D) existen diferentes niveles. Para la familia A existen cinco grados de intensidad: A1, A2, A3, A3,5 y A4, siendo el 1 el menos saturado y 4 el más saturado. Para las familias B y C se distinguen cuatro (1, 2, 3 y 4) y para la familia D tres (2, 3 y 4).



Ilustración 38: Guía de colores Vita classical/A1-D4. Permite la determinación del color dental.  
 En la familia de colores de VITA classical los colores se agrupan en 4 grupos o familias, con diferentes tonalidades, proporcionado un total de 16 tablillas. Tomado de <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guia-de-colores-VITA-classical-A1-D4-39702,27568.html>

A pesar de ser ampliamente utilizada presenta algunos inconvenientes como que las tablillas poseen un espesor inadecuado, que normalmente varía entre 4 y 5 mm, y que debería ser reproducido en 1- 1,5 mm de cerámica.

Otro aspecto importante es que las tablillas no cubren todo el espacio cromático dental ya que no representan todos los posibles colores de los dientes naturales humanos (Ilustración 39).



Ilustración 39: En las guías de colores como la guía Vita classical, las muestras suelen distribuirse de manera irregular en el espacio tricromático dental. Algunas muestras se encuentran incluso fuera del espacio cromático de los dientes naturales (47).

Uno de sus principales problemas es que las 16 tablillas no están distribuidas sistemáticamente en el espacio cromático dental (73, 79). Para solventar este último problema se recomienda ordenar las tablillas según el valor en orden decreciente de la siguiente manera: B1>A1>B2>D2>A2>C1>C2>D4>A3>D3>B3>A3,5>B4>C3>A4>C4.

Son varios los autores que no están de acuerdo con la clasificación en familias establecida por el fabricante de la guía (30). La familia A «rojiza-parduzca» está más próxima a la región anaranjada del espectro visible por lo que debería designarse como familia «anaranjada» (30). La familia B «rojiza-amarillenta» debería denominarse «amarilla», ya que tiende más a la gama del amarillo (80). Para estos autores (30, 80) la familia C está mal denominada como «gama de grises», ya que el gris es una especificación acromática y no se considera un tinte. La designación correcta sería «gris/amarillo» o subfamilia del B. Respecto a la familia D, «rojiza-gris» tiende más hacia la gama del naranja y debe considerarse como subfamilia del grupo A, denominada «gris naranja».

## 2. Guía de color Vitapan 3-D Master

El sistema de coloración Vitapan 3-D Master fue presentada en 1998, no solo con el fin de mejorar y solventar los problemas de la guía classical, sino que se desarrolló utilizando principios innovadores que tienen como fundamento el espacio cromático (44).

Esta guía contiene 29 tablillas que cubren el espacio cromático de los dientes naturales (Ilustración 40). En este sistema todos los colores están definidos claramente por las tres dimensiones: tinte, valor, e intensidad.



Ilustración 40: Guía de colores Vita System 3D-Master. Esta guía está dividida en cinco grupos de luminosidad. En cada grupo se dispone de un diente central M2 rodeado de seis dientes para la determinación de las desviaciones de intensidad y tonalidad cromática. Tomado de Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004 (47).

El espacio cromático de los dientes se trasladó de manera uniforme y respetando iguales distancias (equidistante) en cuanto al valor, tono e intensidad del color a las muestras de color del diente. Se llevó a cabo también la colocación de los dientes según su frecuencia. (81).

La guía contiene 29 tablillas dividida en 5 grupos de acuerdo con su valor. Dentro de cada grupo, las tablillas se ordenan según la intensidad creciente (vertical hacia abajo 1; 1,5; 2; 2,5 y 3) y según el tinte (amarillento L, medio M y rojizo R). Lo primero que se hace para seleccionar el color en este tipo de guía es definir el valor, después de determinar la intensidad y por último determinaremos el tinte. En cada tablilla se observan los siguientes números:

1. El situado más arriba indica el grupo valor al que pertenece la tablilla, del 1 al 5, donde 1 es el más luminoso y 5 el menos luminoso.
2. La letra indica el tinte que puede ser M (medio), L (amarillento) o rojo (R).
3. El segundo número o posterior a la letra indica la intensidad (1;1,5;2;2,5 y 3) en orden creciente débil a intenso

La determinación del color con esta guía se hace en tres pasos:

1. Determinación del valor (luminosidad). El profesional dental selecciona el nivel del valor (entre 1 y 5). En cada grupo se encuentra un diente de muestra central M2 (Ilustración 41). Entonces se considera el tinte M del grupo de valor seleccionado. La comparación debe comenzar con la muestra del medio: 3M2.
2. Determinación de la intensidad. A continuación, hay que decidir si se trata de un color más intenso y saturado o de un color más débil y diluido. Se selecciona dentro del grupo M, aquel nivel de intensidad (entre el 1 y el 3) que más se aproxima al diente observado (Ilustración 42).

3. Determinación del tinte. Hay que constatar si el diente de referencia tiende más hacia lo amarillento (tonalidad cromática L, a la izquierda) o más hacia lo rojizo (tonalidad cromática R, a la derecha). La tercera y última decisión se toma únicamente sobre la base de las cuatro muestras restantes: las tres muestras superiores (valores de intensidad entre 1 y 1,5) o las tres muestras inferiores (valores de intensidad entre 2,5 y 3), así como la muestra central, que sigue estando disponible (valor de intensidad 2) (Fig. 42).



Ilustración 41: Para la determinación del valor de un diente es útil utilizar la comparación de los valores medios M2 de los cinco grupos del valor. (47)

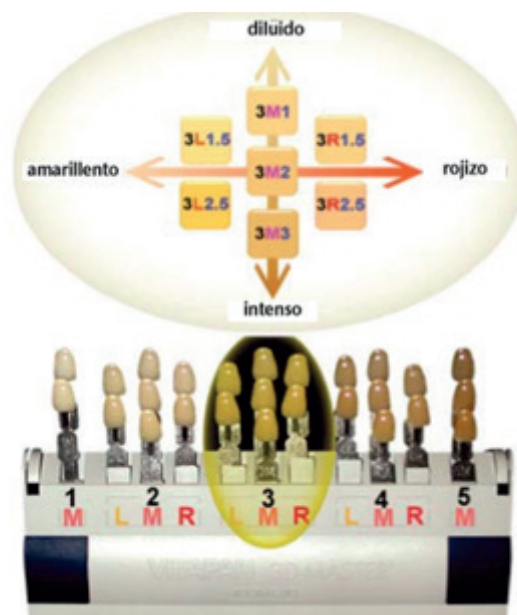


Ilustración 42: Estructura del Vita System 3-D Master. El primer lugar se determina la luminosidad (del 1 al 5). A continuación, se procede a la evaluación de la intensidad cromática (pálido a intenso), y por último se determina la tonalidad (tendencia al amarillo o al rojo) (47).

Las ventajas de esta guía son por tanto debidas a que la selección del color se hace paso a paso, respetando los principios del orden colorimétrico. La guía cubre todo el espectro cromático de la dentición natural (81, 82). Con las 29 muestras de

la guía Vita System 3-D Master pueden combinarse todos los colores secundarios deseados según las tablas de la Ilustración 43.

1M1	1.5M1	2M1	2.5M1	3M1	3.5M1	4M1	4.5M1	5M1
1M1.5	1.5M1.5	2M1.5	2.5M1.5	3M1.5	3.5M1.5	4M1.5	4.5M1.5	5M1.5
1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2
	1.5M2.5	2M2.5	2.5M2.5	3M2.5	3.5M2.5	4M2.5	4.5M2.5	5M2.5
		2M3	2.5M3	3M3	3.5M3	4M3	4.5M3	5M3
A partir de los catorce colores principales M se obtienen 23 colores secundarios más exactamente definidos								
		2R1.5	2.5R1.5	3R1.5	3.5R1.5	4R1.5		
		2.5R2	2.5R2	3R2	3.5R2	4R2		
		2R2.5	2.5R2.5	3R2.5	3.5R2.5	4R2.5		
v/A partir de los seis colores R principales se obtienen nueve colores secundarios más exactamente definidos								
		2L1.5	2.5L1.5	3L1.5	3.5L1.5	4L1.5		
		2L2	2.5L2	3L2	3.5L2	4L2		
		2L2.5	2.5L2.5	3L2.5	3.5L2.5	4L2.5		
A partir de los seis colores L principales se obtienen nueve colores secundarios más exactamente definidos								

Ilustración 43: Esquema de las 29 muestras de la guía Vita System 3-D Master. Tomado de Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004 (47).

### 3. Guía de colores Chromascop

La guía de colores Chromascop (Ivoclar Vivadent), presenta 20 muestras divididas en 5 grupos de tintes (Ilustración 44), según la siguiente numeración 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (marrón claro), 400 (gris) y 500 (marrón oscuro). Cada grupo posee 4 muestras. Ordenadas en intensidad creciente, con el número 10 correspondiendo al más bajo y el 40 al más elevado. Se utiliza de forma similar a la Vita Classical, eligiendo primero el tinte y luego el nivel de intensidad (73, 83). Park y col., en 2006, demostraron que el orden de estas guías, como ya se ha comentado anteriormente, resulta incorrecto a la hora de evaluar el color dental (49).

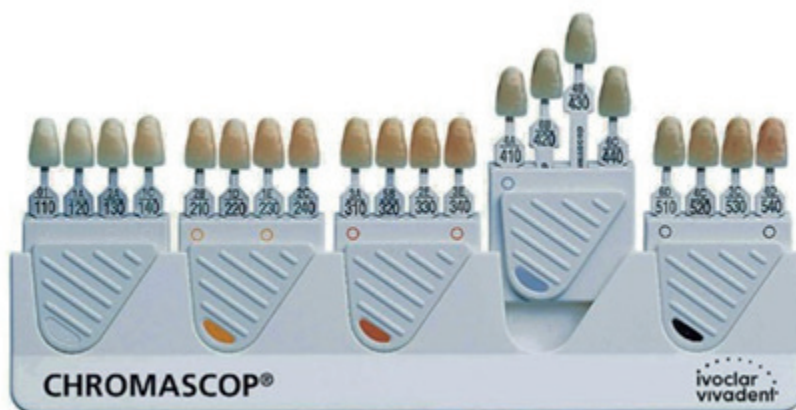


Ilustración 44: Guía de colores Chromascop. Presenta 20 tabillitas divididas en 5 grupos de matices. <https://www.proclinic.es/guia-de-colores-chromascop.html>

### 3.2.3.4.1. Métodos instrumentales

En los últimos años, los avances en la electrónica óptica y en la tecnología computarizada han llevado al desarrollo de nuevos instrumentos para eliminar la subjetividad en la toma del color. Estos aparatos instrumentales presentan mayor precisión, fiabilidad y reproductividad, evitando la influencia del entorno y de la fuente de luz (84). En 1975, Lemiere y Burk investigaron el color del diente natural utilizando un espectrofotómetro y afirmaron que la variabilidad de color encontrada en los dientes naturales supera la de las guías de color (85). Bergen también experimentó con los espectrofotómetros y las computadoras, tratando de utilizarlos en la profesión odontológica (86). Miller, en 1988 realizó estudios con el espectrofotómetro comparando los colores de los dientes naturales extraídos con los colores de las guías dentales (80). Preston identificó la cantidad y la calidad de la iluminación requerida para realizar la toma de color adecuadamente, además de determinar algunas de las principales limitaciones de las guías dentales (87).

Algunos de estos equipos toman una muestra en puntos específicos del diente (*spot measurement*) de unos 3 mm<sup>2</sup>, requiriendo así varias lecturas para apreciar las variaciones de color en las diferentes regiones del mismo. Otros equipos realizan una lectura extensa captando toda la superficie del diente (*complete tooth measurement*), y mediante un software especializado realizan el mapeo cromático (Ilustración 45), el cual suele ser muy detallado y facilita la selección de resinas o cerámicas a utilizar (2). Estos últimos presentan importantes ventajas coste-beneficio y proporcionan datos más fiables y reproducibles.

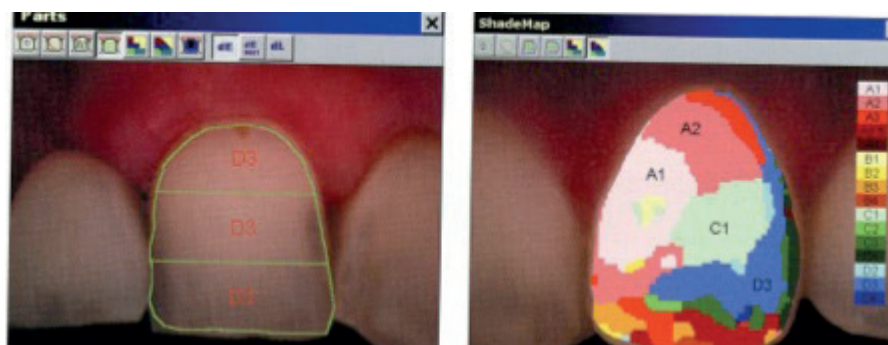


Ilustración 45: Imagen del software que muestra las medidas realizadas en la superficie completa del diente (*complete tooth measurement*), obteniéndose un mapa de distribución del color dental muy detallado (2).

El principal inconveniente de estos sistemas electrónicos es su coste económico, muy elevado en algunos casos y en ocasiones la complicación técnica, lo que hace que algunos profesionales desestimen su utilización.

Como ventaja presentan la eliminación de la subjetividad en el proceso de toma de color, y una gran mejora en la reproductividad del mismo, la eliminación del factor ambiental en la toma de color, al utilizar fuentes de luz constantes y ser ca-



librados cada vez que se emplean, y un elemento importantísimo, si el laboratorio trabaja con el mismo sistema, el control de la reproducción cromática deseada es total (88).

Amengual-Lorenzo publicó en el año 2005 un estudio comparativo entre diferentes colorímetros en cuanto a la reproductibilidad en la medición del color *in vivo* e *in vitro*. De acuerdo con los resultados obtenidos los métodos subjetivos como las guías de color manuales solo reproducen entre el 30% y el 60% del color de los dientes, mientras que los sistemas electrónicos (colorímetros y espectrofotómetros) pueden alcanzar entre el 80% y el 100% (89). Los últimos estudios y trabajos publicados comparando ambos métodos siguen manteniendo la eficacia de los métodos instrumentales (84, 90).

Gómez-Polo y cols. (91), realizaron un estudio comparativo entre la capacidad para determinar el color dental utilizando el espectrofotómetro o empleando directamente la capacidad visual del ojo humano. La comparación entre un método objetivo y un método subjetivo se realizó teniendo en cuenta las tres dimensiones del color. El valor es la dimensión del color para la que se observó una mejor correlación entre ambos medios. Sin embargo, el tinte o la intensidad mostraron una menor correlación.

Los métodos objetivos de toma de color dental se pueden dividir según la tecnología que utilizan en: análisis de imagen digital RGB, espectrofotometría o colorimetría (73).

#### CÁMARAS DIGITALES

Son una herramienta útil en la toma de color, pero más como sistema complementario que como un método en sí (Ilustración 46) (92, 93). La toma de imágenes digitales de las tablillas de color o guías dentales constituye una importante herramienta que mejora la comunicación entre el clínico y el técnico de laboratorio (94). Además, las imágenes digitales pueden proporcionar una valiosa información sobre la translucidez y la opacidad del diente (95, 96). La principal desventaja del uso de cámaras es la subjetividad del observador (97).





Ilustración 46: Cámara digital para tomar imágenes de los dientes, resultando una herramienta complementaria útil para la determinación del color dental (2).

### COLORÍMETROS

Se trata de un sistema de filtros que analizan tres valores para los componentes verde, rojo y azul de la luz reflejada. Poseen, por tanto, tres filtros, aunque a veces puede existir un cuarto filtro, de densidad neutra para la escala de grises. Se basan en el principio de la absorción y esta es proporcional a la densidad del objetivo. Los colorímetros de este tipo solo leen valores RGB (Red, Green and Blue), y no consideran otros aspectos como el metamerismo o la translucidez.

Este problema se solucionó con el desarrollo de los colorímetros de amplio espectro. Constan de un sensor que se coloca sobre la superficie del diente a medir. Dicho sensor emite un foco de luz de espectro completo. El ordenador analiza la refractancia y muestra una lectura que determina el espectro del reflejo exacto del diente al que se va a determinar el color (30).

Ventajas:

1. Incorporan una fuente de luz propia, luego no dependen de la iluminación del entorno (98).
2. Pueden tomar el color de diferentes zonas del diente (98).
3. Posibilidad de estandarizar, mediante posicionadores, la zona del diente de la que tomamos el color (30).
4. Determina el color del diente de forma objetiva, reproducible, sencilla y altamente precisa.

Inconvenientes:

1. La superficie convexa de los dientes dificulta la correcta colocación de la punta lectora del colorímetro.
2. El envejecimiento de los filtros puede afectar a su precisión.
3. No considera el metamerismo ni la translucidez.
4. La falta de homogeneidad de las muestras.

Los colorímetros más usados son los siguientes:

**ShadeVision de X-Rite:** es un dispositivo inalámbrico que utiliza la tecnología de precisión de medición óptica (Ilustración 47). Este instrumento captura el color natural de los dientes de un paciente y una vez que esta información se carga en el ordenador, el software asigna valores de sombra sobre la base de las guías de colores dentales. Nos proporciona una imagen del diente a través de la utilización de tres bases de datos separado por tercios; gingival, medio e incisal (71).



Ilustración 47: ShadeVision de X-Rite. <http://www.rogergreendds.com/shade-vision.php>

**ShadeEye-NCC de Shofu:** El Shade Ex-Eye de la casa Shofu (Ilustración 48) fue desarrollado por el experto en colores dentales Makamoto Yamamoto (99). Está compuesto por un terminal con una fuente de luz y un lector con pantalla digital, conectado a una unidad central que incorpora una impresora térmica. Está muy indicado para el análisis y registro del color en dientes naturales y revestimientos ceramometálicos y presenta el análisis del color además de con parámetros numéricos, con las referencias del sistema de colores de la guía Vitapan Classical (89). Los datos determinados por este sistema proveen una imagen visual en el monitor del computador y la imprime siendo más fácil para la comprensión que las instrucciones escritas o verbales. Los datos son archivados y pueden ser fácilmente utilizados para futuros casos clínicos.



Ilustración 48: Shade Ex-Eye de la casa Shofu. [http://www.idental-ty.com/en/pro\\_display.php?id=1794](http://www.idental-ty.com/en/pro_display.php?id=1794)

Otros colorímetros: Digital Shade de Rieth o Minolta chroma meter CR-321 (Minolta).

#### ESPECTROFOTÓMETROS

Los espectrofotómetros permiten obtener las curvas colorimétricas del diente estudiado y compararlo con los datos espectrales de las guías dentales que están incluidos en sus softwares (100).

El espectrofotómetro es un aparato de medición que emite luz definida y es capaz de medir la calidad y la cantidad de luz reflejada por un objeto y clasificarla en un grupo de colores. La cantidad de luz se clasifica dentro del espectro visible. Los datos de luz obtenidos por el espectro corresponden a una curva de reflectancia espectral, que se transforma en unas coordenadas de «números de color» en un espacio de color. Estos aparatos miden los colores en el sistema CIEL\*a\*b\*, aportando los llamados «números del color» que en realidad se corresponde a las coordenadas del espacio tridimensional (101).

El uso de los espectrofotómetros en la reproducción cromática surge gracias a la evolución de la técnica de los semiconductores, a la unión del espectrofotómetro a una computadora y a un tubo de rayos catódicos. Los programas de software realizan la conversión de las curvas espectrales a notación CIEL\*a\*b\*.

El uso de estos aparatos en odontología se ha desarrollado en los últimos años, aunque hay que tener en cuenta que el equipamiento es caro y complejo, y aún existen pequeñas dificultades para medir el color dental de los dientes *in vivo* con estos aparatos. En realidad, su uso comenzó con las mediciones de los dientes naturales por parte de Lloyd Miller (80) y han posibilitado la mejora en el conocimiento del espacio de color de los dientes naturales. Para solventar el problema de la medición de los dientes *in vivo* se están desarrollando espectrofotómetros programados para realizar mediciones de los dientes *in vivo* mediante un sistema de fibra óptica (90).

Los estudios espectrofotométricos han demostrado además que las actuales guías de color son insuficientes y presenta una distribución cromática inadecuada (102)

En comparación con el ojo humano o con otras técnicas, los espectrofotómetros ofrecen una mayor precisión y fiabilidad (101, 103).

Los espectrómetros contienen una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de la luz, un sistema de medición óptico, un detector que convierte la luz obtenida en una señal que pueda ser analizada (2).

Ventajas del espectrofotómetro:

1. Elimina la subjetividad de la medición de color realizada con el ojo humano
2. Necesita 1,5 segundos para evaluar el color dental
3. Reduce el número de visitas y mejora la satisfacción del cliente

El alto coste de estos quipos es su principal limitación para integrar estos aparatos en la consulta odontológica.

**Vita Easyshade** (Vita Zahnfabrik): El Vita Easyshade compact es un espectrofotómetro portátil e inalámbrico, con una especie de pistola de mano con fibra óptica. El orificio de salida de la pieza de mano se cubre con una lámina muy fina de poliuretano al contactar con la superficie dental (Ilustración 49). La pieza de mano presenta fibras ópticas para la iluminación de la superficie (halógenas) y múltiples espectrómetros para el proceso de medida. Uno monitoriza la emisión de la luz mientras que los otros dos miden la luz dispersa por el diente a dos distancias diferentes al punto donde incide para evitar el «scattering» o difusión en lo posible.

El Easyshade compact© de la casa Vita, es un espectrofotómetro, que compara tanto con los colores Vitapan Classical como con los colores del Vita System 3D Master y que, además, incorpora tres colores específicos para los dientes blanqueados (104).



Ilustración 49: Toma de color con EasyShade de Vita. Imagen tomada de Pascual-Moscardo y Camps-Aleman, 2006 (73).

**SpectroShade Micro (MHT Optic):** Se trata de un aparato que combina cámara digital con un espectrofotómetro LED. El aparato SpectroShade Micro funciona en

un sistema operativo Linux, con un diodo de emisión de luz configurado para imitar el espectro de luz visible (luz diurna). Calcula la diferencia numérica entre el color del diente natural y el color seleccionado en cuanto a las propiedades de éste que hemos definido, es decir, intensidad, tinte y valor.

El software es compatible con las plataformas Microsoft Windows y podría ser configurado para Macintosh. El espectrofotómetro realiza una valoración general del color del diente, una evaluación de tres áreas del mismo (zona cervical, zona media y borde incisal) y un análisis detallado de todos los puntos.

#### ESCÁNERES INTRAORALES (IOS)

Los IOS son unos dispositivos médicos de registro compuestos de tres partes: cámara manual (hardware), Ordenador y Software.

El primer escáner intraoral digital fue introducido en los años 80 y su finalidad era la odontología restauradora. Este escáner fue diseñado por el Dr. Werner Mörmann y Marco Brandestini. Son unos dispositivos que permiten hacer una impresión digital directa tanto de la superficie del medio oral como de las preparaciones dentarias, mediante la emisión de un haz de luz y el análisis de su retorno, capturando la geometría del objeto.

Su funcionamiento consiste en la emisión de un haz de luz (ya sea láser o un haz de luz estructurada) sobre las superficies que queramos analizar; la deformación que sufre la luz sobre la superficie es capturada por unas cámaras y utilizada para calibrar unas coordenadas 3D con ayuda de un potente procesador de software; el cual genera una nube de puntos y mallas y es el responsable de la reconstrucción 3D de la superficie escaneada.

Para comprender su funcionamiento es necesario definir un sistema de coordenadas cartesianas, donde el origen es el escáner. Cada punto analizado se asocia primero con unas coordenadas (x e y), junto con una tercera coordenada que es (z). Esta última coordenada se calcula dependiendo de la distancia de cada objeto a la cámara.

Estas coordenadas cartesianas describen la posición espacial tridimensional de cada punto analizado en el modelo, así como la distancia entre cada uno de ellos dentro de la nube que forman, en un sistema de coordenadas local relativo al escáner.

Siguiendo este procedimiento, va generando una **nube de puntos** que posteriormente será utilizada para extrapolar la forma del objeto mediante un proceso llamado reconstrucción.

Una vez completado el proceso de reconstrucción, se genera un archivo con extensión .STL que es libre, u otros formatos como este pero que son cerrados.

Un fichero .STL (Standard Tessellation Language) se trata de un formato de archivo informático de diseño asistido por ordenador que define la geometría tridimensional de los objetos como una superficie compuesta de triángulos, donde cada

uno de ellos está definido por tres puntos. Este tipo de formatos abiertos excluye información acerca del color, textura o propiedades físicas.

Existen distintos tipos de escáneres 3D de uso en tecnología, Extraorales (EO) e Intraorales (IO):

**Escáneres extraorales (EO):** Podemos encontrar distintas tecnologías: con luz estructurada y con luz láser.

**Escáneres intraorales (EI):** Actualmente existen **dos** tipos de tecnologías:

1. **Escáner de tecnología fotográfica:** su funcionamiento se basa en la toma de imágenes individuales de la zona a escanear como por ejemplo iTero® y TRIOS® (3Shape, Copenhagen, Denmark). Estos tienen un campo de visión en forma de cono, por lo que no pueden recoger información de aquellas superficies ocultas, siendo necesario realizar varias pasadas de la misma zona para recoger toda la información. En cada imagen que toma, el escáner recoge la información de la distancia de cada punto de la superficie del objeto dentro de su campo de visión. Todos estos escaneados se llevan posteriormente a un sistema de coordenadas común, este proceso recibe el nombre de **alineamiento**, que conlleva la fusión de los escaneados para obtener un modelo completo del objeto.
2. **Escáner de tecnología de vídeo:** su funcionamiento se basa en la grabación de las áreas escaneadas, comportándose como una cámara de vídeo. Un ejemplo es Cerec Omnicam® (Sirona).

Todos los escáneres existentes emplean varios tipos de fuentes de luz (ya sea láser o luz estructurada), en combinación con diferentes principios de tecnología óptica sin contacto, tal como: microscopía conofocal, principio de triangulación óptica, principio de frente de onda activo y principio del vídeo 3D de velocidad activa, entre otros. A su vez, esta información la puede recoger en forma de fotografía o vídeo.

#### CONDICIONES ÓPTIMAS EN LA SELECCIÓN DEL COLOR (2, 105)

1. Comparar y determinar el color dental con luz natural, preferiblemente al mediodía. Es importante tener en cuenta que la luz incandescente de la lámpara de la unidad dental tiene elevadas concentraciones de amarillo-rojo y poco en azul. Por el contrario, la luz fluorescente tiene más cantidad de azul.
2. Cuando no sea posible contar con la luz natural, podemos optar por la utilización de lámparas de luz corregida. Esta lámpara nos proporciona una iluminación con una temperatura parecida a la de la luz natural del mediodía entre los 5500 K y 6500 K.
3. Paciente a la altura de los ojos del clínico y valorar a una distancia equivalente a la longitud de un brazo (50 cm).
4. Neutralizar los colores fuertes (ropa) y eliminar el pintalabios y el maquillaje.

5. Considerar que el gris claro neutro es el color de fondo ideal para la determinación del color. Si se puede aislar el diente de los dientes vecinos con una plantilla de color gris neutro.
6. Limpiar del diente toda adherencia, placa, sarro, etc. Eliminar el lápiz de labios, maquillaje o cualquier otro elemento que pudiera entorpecer la toma del color.
7. Observar el diente en periodos cortos, de menos de 3-5 segundos (para evitar la fatiga ocular), y buscar en la guía de color la pieza que más se aproxime al diente en cuestión. Un punto importante es mantener el diente completamente hidratado durante la toma de color, ya que la sequedad dental, hace que este parezca más blanquecino y claro de lo que es en realidad.
8. Determinar la translucidez y la opacidad de los dientes naturales del paciente, puede ser útil en el proceso de selección del material de restauración.
9. Determinar el valor del diente, seguido de la intensidad y el tinte. Lo más adecuado es realizar una anotación por tercios (cervical, medio e incisal).
10. Observar los cambios multicromáticos (áreas con diferencia de color) y los transicionales (cervical-cuerpo-incisal).
11. Toda esta información se remite al laboratorio mediante soportes informáticos.
12. La información debe ser interpretada por el técnico y trasladada correctamente a la restauración, y el clínico deberá comprobar que el color de la restauración es adecuado.

### 3.3. El ojo: órgano de la visión

El globo ocular es el órgano fundamental de la visión. Está situado dentro de la cavidad orbitaria, de la que hablaremos a continuación, a la que desborda ligeramente por delante. Aunque a primera vista tiene forma esférica, el ojo, realmente, está formado por dos segmentos de esfera acoplados: uno posterior el más extenso, y otro anterior, de menor radio de curvatura (106).

Para conocer y entender en detalle el globo ocular es útil señalar una serie de términos de referencias (Ilustración 50), como son los puntos situados más ventral y dorsalmente o **polos anterior y posterior**, respectivamente; la línea que une ambos polos es el **eje anteroposterior** o externo del ojo; el **eje óptico** que une el polo anterior del ojo con el punto central de la visión donde se proyecta la luz. Cada uno de los círculos que pasan por el eje anteroposterior recibe el nombre de **meridiano** y el círculo máximo que lo corta por la mitad es el **ecuador**, que divide al ojo en dos mitades, anterior y posterior. Cualquier línea circular paralela al ecuador recibe el nombre de **paralelo**.





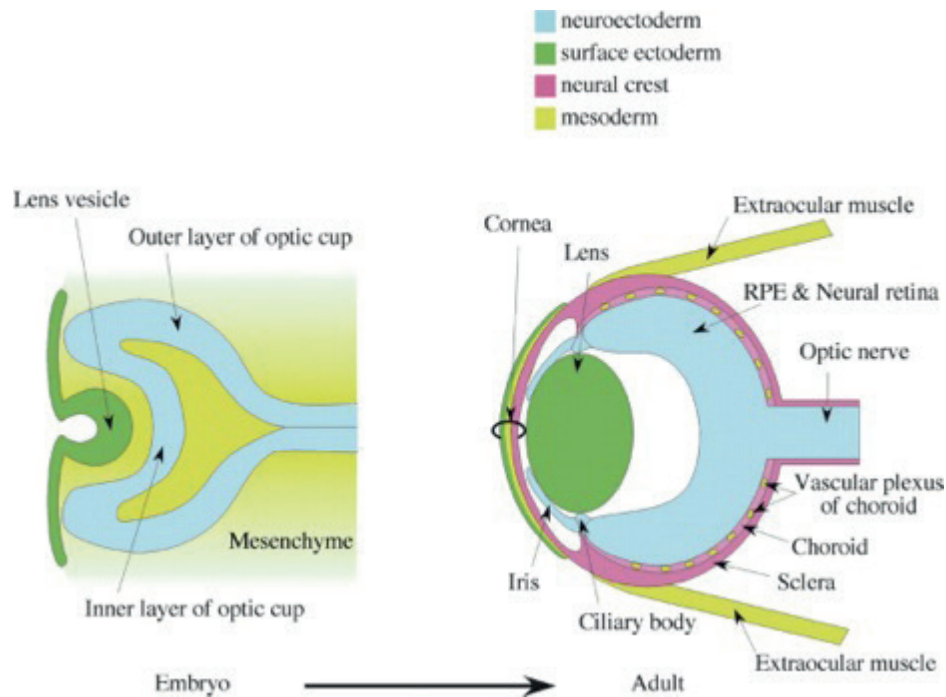


Ilustración 51: Tejidos embrionarios que contribuyen al desarrollo del órgano de la visión. Neuroectodermo (azul); ectodermo superficial (verde); mesodermo (amarillo); cresta neural (rosa). Ilustración tomada de Harada y col., 2007 (108).

Los principales componentes del sistema óptico derivan de estos cuatro tejidos embrionarios. En los últimos años se ha producido grandes avances en el conocimiento de los procesos biológicos y los mecanismos genéticos que regulan la formación de las diferentes estructuras oculares (109, 110).

En la Tabla 1 se muestra el origen de las estructuras oculares a partir de las cuatro capas embrionarias:

Neuroectodermo del prosencéfalo	Cresta neural	Mesodermo	Ectodermo superficial de la cabeza
<i>Capa externa:</i> Epitelio pigmentario de la retina, iris y cuerpo ciliar, músculos del iris	<i>Capa externa:</i> Duramadre, esclera, córnea, músculos extrínsecos, vasos, grasa, cartílagos y músculos palpebrales	Vasos hialoideos (centrales de la retina) y humor vítreo	Cristalino, epitelio superficial de la córnea, conjuntiva, glándula lacrimal, piel de los párpados, pestañas y glándulas palpebrales.
<i>Capa interna:</i> retina neural y nervio óptico, capa interna del iris y del cuerpo ciliar	<i>Capa interna:</i> Coroides, piamadre, estroma y músculo ciliar, iris anterior, estroma de la córnea, membrana iridopupilar		

Tabla 1: Origen de las distintas estructuras oculares a partir de tres capas embrionarias. Adaptada de Rodríguez y Smith-Agreda, 2003 (106).

### FORMACIÓN DE LAS VESÍCULAS ÓPTICAS Y LA VESÍCULA DEL CRISTALINO

El primer indicio de la formación ocular se observa en el embrión de 22 días, cuando surgen los surcos ópticos a nivel de la vesícula diencefálica del prosencéfalo. Los surcos se evaginan para formar los pedículos y las **vesículas ópticas** (Ilustración 52), que se introducen en el mesénquima circundante (111). Posteriormente, estas vesículas se ponen en contacto con el ectodermo superficial e inducen en este los cambios necesarios para formar las placodas ópticas que darán lugar al cristalino.



Ilustración 52: Corte transversal que pasa por el cerebro anterior de un embrión de 22 días donde se observan los surcos ópticos. A continuación, los surcos forman las vesículas ópticas que contactan con el ectodermo supradayacente, induciendo la placoda del cristalino. Adaptado de Sadler, 2007 (111).

De este modo, la región central de cada placoda se invagina formando una fosa cuyos bordes se aproximan para fusionarse, formando la **vesícula del cristalino** que se desprende del ectodermo superficial y queda incluida en la vesícula óptica (Ilustración 53) (111).

Además, los pedículos y las vesículas ópticas se invaginan y se convierten en estructuras de doble pared, las **cúpulas ópticas** (Ilustración 53). Entre las dos capas, interna y externa, de la cúpula óptica, se sitúa una luz, correspondiente al espacio interretiniano (Ilustración 54). De la hoja externa se origina el estrato pigmentario que constituye la capa externa de la retina (**retina pigmentaria**) y que se prolonga hasta el cuerpo ciliar y el iris. De la capa interna surgirá la compleja **retina neural**, cuyo desarrollo se ampliará más adelante. Esta retina neural está compuesta por fotorreceptores, neuronas, células de sostén y células ganglionares (112). Las células ganglionares de la retina son neuronas cuyos axones envían impulsos eléctricos hacia el cerebro. Sus axones se encuentran en la base del ojo y viajan hacia el pedículo óptico, que será denominado nervio óptico (112), y cuyo desarrollo también se ampliará a continuación. Ambas hojas (retina pigmentaria y retina neural) tienden a fusionarse, aunque no de forma muy sólida, lo que facilita posibles desprendimientos de retina.

Hay que señalar que la invaginación no está limitada a la porción central de la cúpula óptica sino que comprende también una parte de la superficie inferior donde se forma la fisura coroidea (111). La formación de esta fisura permite a los vasos

hialoideos llegar a la cámara interna del ojo, para irrigar el cristalino y la retina neural. A medida que la fisura se cierra, los vasos hialoideos tienden a degenerar, excepto en la zona del pedículo, donde darán lugar a los vasos centrales de la retina.

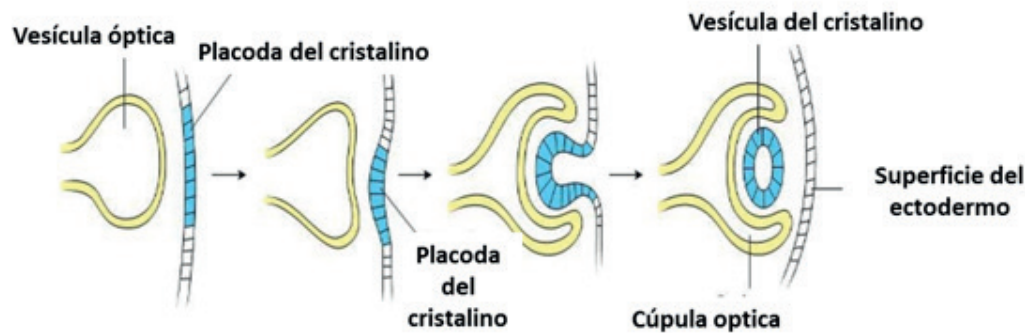


Ilustración 53: Corte lateral del cerebro anterior del embrión de 4 semanas, donde se observa la aparición de la vesícula óptica, en contacto con el ectodermo superficial, que se engrosa para formar la placoda del cristalino. A continuación, se muestra la invaginación de la placoda del cristalino y la vesícula óptica. En la 5ª semana, la vesícula del cristalino se desprende del ectodermo y se sitúa en la boca de la cúpula óptica. Adaptado de Sadler, 2007 (111).

## FORMACIÓN DE LA RETINA

Como se ha comentado anteriormente, hacia el final de la quinta semana, la cúpula óptica se diferencia en dos capas, interna y externa, entre las cuales se sitúa una luz, correspondiente al espacio interretiniano (Ilustración 54). Las células de la capa externa producen un pigmento de melanina y finalmente se diferencia para formar la **retina pigmentaria** (113).

Las células de la capa interna proliferan rápidamente y generan una variedad de glía, células ganglionares, interneuronas y neuronas fotorreceptoras sensibles a la luz. Colectivamente, estas células constituyen la **retina neural** (Ilustración 54) (113).

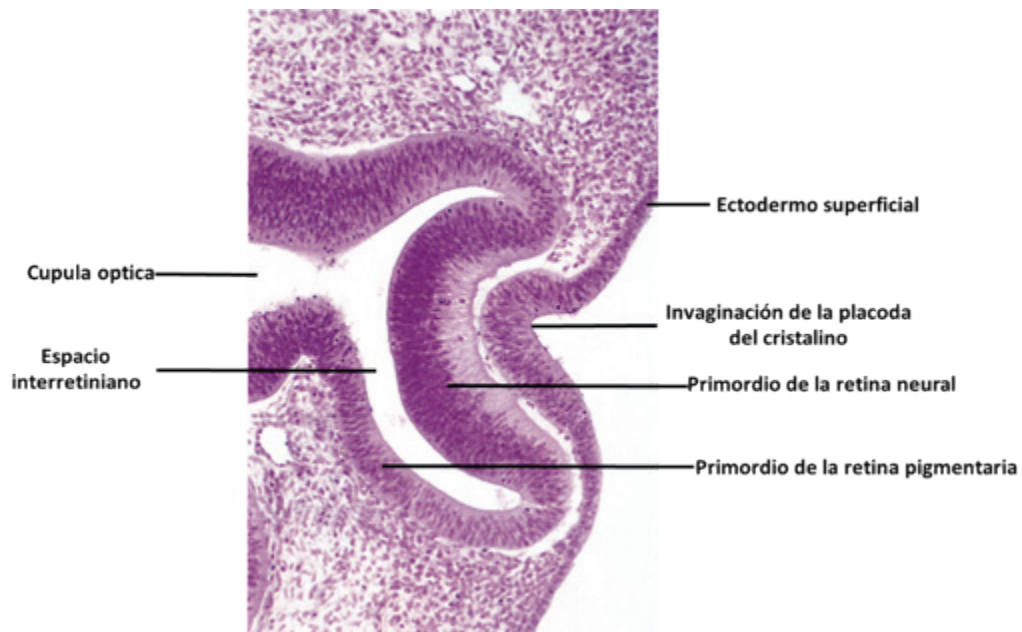


Ilustración 54: Microtomografía de un corte sagital de un embrión de 32 días, donde se observa el esbozo del cristalino (placoda cristalina invaginada) y las paredes de la cúpula óptica que constituyen el esbozo de la futura retina. Se distinguen las dos capas, interna y externa, que darán lugar a la retina neural y a la retina pigmentaria, respectivamente. (113).

La retina neural se desarrolla por tanto en una disposición en capas de diferentes tipos neuronales (Ilustración 55) (108). Estas capas incluyen a las **células fotorreceptoras** sensibles a la luz y al color (bastones y conos). Adyacente a la capa fotorreceptora aparece la capa de manto, la cual, origina las células de sostén y las neuronas, que conforman la **capa nuclear externa**, la **capa nuclear interna** y la **capa de células ganglionares** (Ilustración 55). En la superficie hay una capa fibrosa que contiene los axones de las neuronas de las capas más profundas. Las fibras nerviosas de esta zona convergen hacia el pedículo para formar, como ya se ha mencionado anteriormente, el **nervio óptico**. En consecuencia, los estímulos luminosos pasan por casi todas la capas de la retina hasta llegar a los bastones y conos (114).

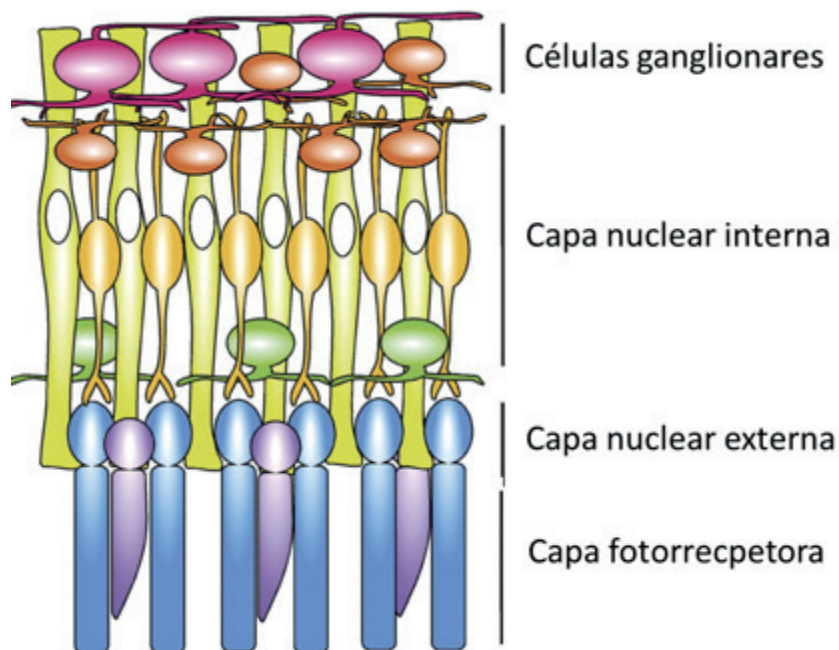


Ilustración 55: En esta figura se observan las capas celulares de la retina que se originan durante el desarrollo. Se muestran las cuatro principales divisiones; la capa fotorreceptora, formada por los conos y bastones; la capa nuclear externa, formada por los núcleos de los conos y bastones; la capa nuclear interna, formada por los núcleos de las células bipolares y la capa de células ganglionares. Adaptada de Harada, 2007 (108).

#### FORMACIÓN DEL IRIS Y DEL CUERPO CILIAR

A partir de la quinta parte anterior de la capa interna de la cúpula óptica, llamada porción ciega de la retina, se formará el **estroma de la coroides**, el **cuerpo ciliar** con el **musculo ciliar** y el **iris** (Ilustración 56) (113, 115). Esta capa se divide en la porción irídea de la retina, que formara la capa interna del iris y la porción ciliar de la retina, que participara en la formación del cuerpo ciliar.

La porción ciliar se identifica fácilmente por sus pliegues sobresalientes (Ilustración 56). Hacia fuera está cubierta por una capa de mesénquima que forma el musculo ciliar; por dentro se une con el cristalino por medio de una red de fibras elásticas, denominadas ligamento suspensorio del cristalino (111). La contracción del músculo ciliar modifica la tensión del ligamento y regula la curvatura del cristalino.

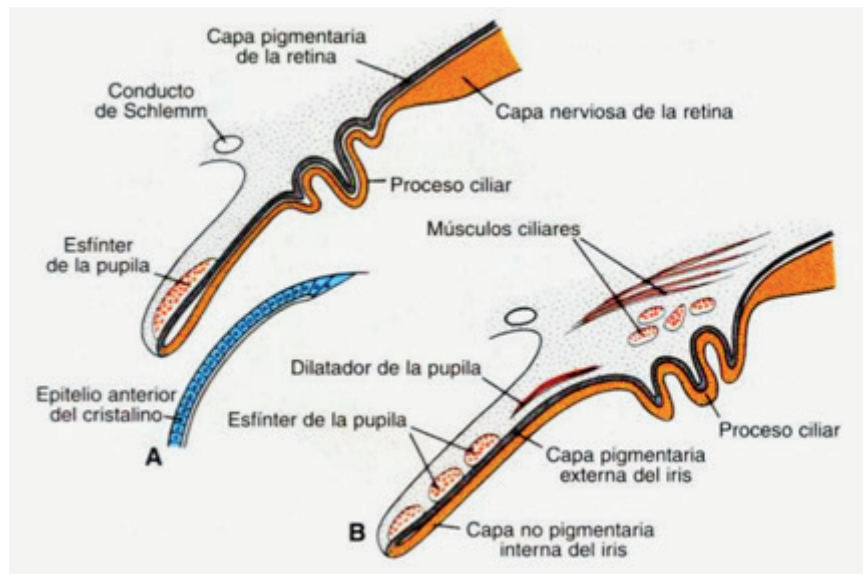


Ilustración 56: Desarrollo del iris y del cuerpo ciliar. El borde de la cúpula óptica está cubierto de mesénquima, en el cual se desarrollan el esfínter de la pupila y el músculo dilatador de la pupila a partir del ectodermo subyacente (111).

En el adulto, el iris está formado por la capa externa pigmentaria (retina pigmentaria) y la capa interna no pigmentada de la cúpula óptica (retina neuronal), así como por una capa de tejido conectivo muy vascularizado que contiene los músculos de la pupila. Estos músculos; esfínter de la pupila y dilatador de la pupila surgen a partir del neuroectodermo de la propia cúpula (Ilustración 56), por transformación de las células epiteliales en células musculares lisas (Sadler, 2007). En la unión entre el globo ocular y el nervio óptico, la coroides se continúa con la piamadre y la aracnoides, que son envolturas meníngeas del nervio (116).

#### FORMACIÓN DEL NERVIÓ ÓPTICO

La cúpula óptica está unida al cerebro por el pedículo óptico, que tiene en la superficie ventral un surco, la fisura coroidea (Ilustración 57). En este surco están los vasos hialoideos. Durante la séptima semana de desarrollo, la fisura coroidea se cierra y se forma un túnel estrecho dentro del pedículo óptico (115). Como consecuencia del aumento constante de fibras nerviosas, la pared interna del pedículo crece hasta fusionarse con la pared externa. Las células de la capa interna proporcionan una red de células de neuroglia que sirven de sostén a las fibras del nervio óptico. El pedículo óptico se convierte así en el **nervio óptico** (Ilustración 57) (111). En el centro contiene una porción de la arteria hialoidea (Ilustración 57), que más tarde pasará a denominarse arteria central de la retina. Sobre su superficie exterior, el nervio está rodeado de una prolongación de la coroides y esclerótica, que como veremos a continuación, constituyen la piamadre y la duramadre del nervio, respectivamente (111).



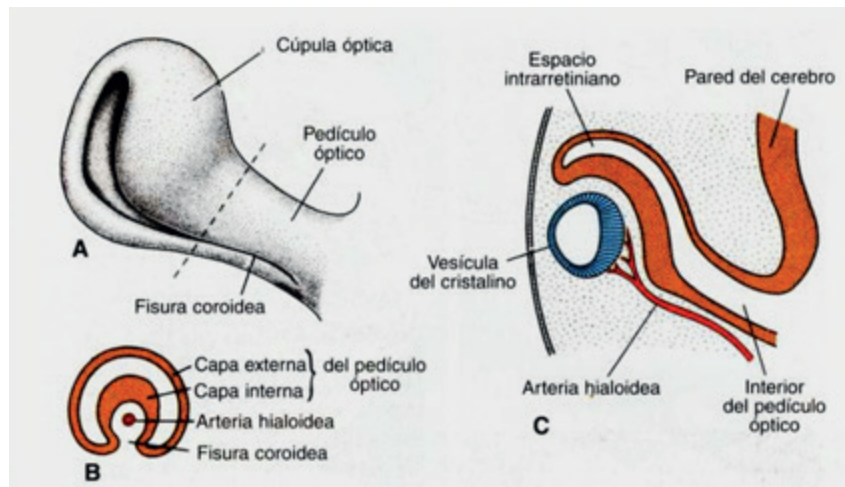


Ilustración 57: A) Visión ventrolateral de la cúpula óptica y el pedículo óptico de un embrión de 6 semanas. B) Corte transversal del pedículo por la línea indicada en la figura A para mostrar la arteria hialoidea en la fisura hialoidea. C) Corte que pasa por la vesícula del cristalino, la cúpula óptica y el pedículo óptico. (111).

#### FORMACIÓN DE LA COROIDES, ESCLERÓTICA Y CORNEA

Hacia el final de la quinta semana, la capa interna de la cresta neural se diferenciará en un capa interna pigmentada muy vascularizada, llamada **coroides** (117). Por otro lado, la capa externa del mesénquima dará lugar a la duramadre, la envoltura meníngea más externa del nervio óptico, y en el globo ocular a la **esclerótica o esclera**, a gran parte de la **córnea**, a los músculos extrínsecos del ojo, a los vasos y al tejido graso que ocupa la órbita (Ilustración 58).

Como hemos mencionado anteriormente, la córnea está formada por una capa epitelial derivada del ectodermo superficial y una capa epitelial que rodea la córnea y que deriva del ectodermo superficial. A medida que se desarrolla hacia el cristalino, la placoda cristaliniana se redondea y contacta con el nuevo ectodermo suprayacente. La vesícula del cristalino induce entonces al ectodermo a formar la córnea transparente. La presión intraocular es necesaria para la curvatura correcta de la córnea de modo que la luz pueda ser enfocada sobre la retina. La importancia de esta presión fue demostrada experimentalmente por Columbre (118). La córnea no desarrollará su curvatura si se inserta un tubo de vidrio a través de la pared de un ojo de pollo en desarrollo para extraer el líquido intraocular. La diferenciación de la membrana del cristalino hacia la córnea involucra cambios en la estructura y formas celulares e implica además la síntesis de proteínas llamadas cristalininas. Las células, en la porción interna de la vesícula del cristalino, se alargan y bajo la influencia de la retina neural, se convierten en las fibras del cristalino. A medida que las fibras continúan creciendo, ellas sintetizan las cristalininas, que finalmente llenan la célula y originan la extrusión del núcleo. Las fibras que sintetizan cristalinina finalmente llenan el espacio entre las dos capas de la vesícula cristaliniana. Las células anteriores de la vesícula cristaliniana continúan dividiéndose, constituyendo un epitelio germinal.

Estas células en división se mueven hacia el ecuador de la vesícula, y a medida que ellas pasan por la región ecuatorial, comienzan a alargarse. Por lo tanto, el cristalino contiene tres regiones: una zona anterior de células epiteliales en división, una zona ecuatorial de elongación celular y la zona posterior de células fibrosas que no tienen cristalina (115). Esta organización persiste durante toda la vida, como fibras que van desprendiéndose continuamente.

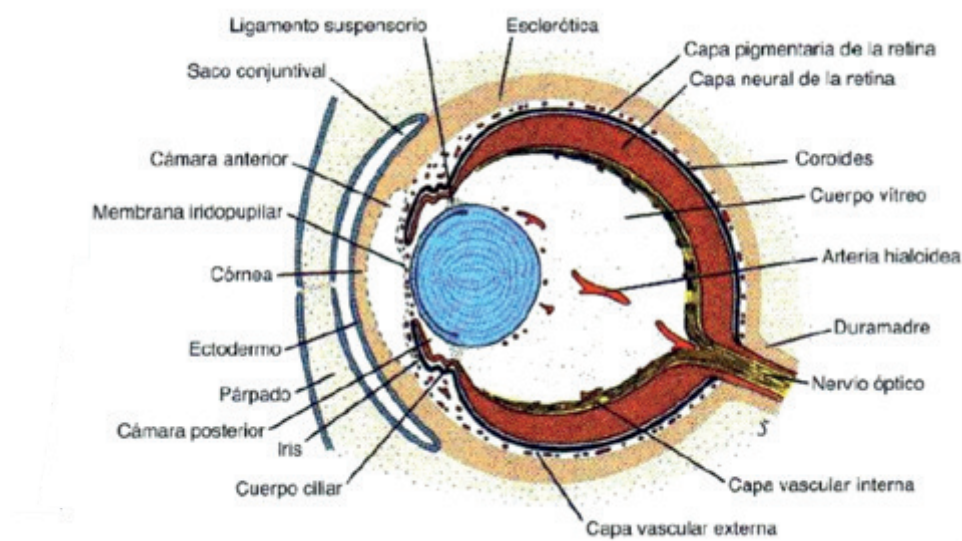


Ilustración 58: Corte del ojo de un embrión de 7 semanas. El primordio ocular está completamente incluido en el mesénquima. Se observan la coroides, la esclerótica y la córnea. (111).

#### OTROS DERIVADOS DEL MESODERMO

El mesénquima interno situado dentro del globo invade el interior de la cúpula óptica por la fisura coroidea. Aquí se forman los **vasos hialoideos**, los cuales, durante la vida intrauterina, irrigan el cristalino y forman la capa vascular situada en la superficie interna de la retina (111). Este mesénquima interno es además el responsable de formar la cámara posterior y el ligamento zonular. Además, teje una delicada red de fibras entre el cristalino y la retina. Los espacios intersticiales de esta red son ocupados más tarde por una sustancia gelatinosa y transparente, que constituye el **humor vítreo** primario, que a su vez se rodea de un vítreo secundario cuya procedencia deriva de la capa interna de la cúpula (111). Los vasos hialoideos de esta región se obliteran y desaparecen durante la vida fetal, y queda entonces el canal hialoideo.



## OTROS DERIVADOS DEL ECTODERMO SUPERFICIAL DE LA CABEZA

La **piel de los párpados** y su mucosa interna (**la conjuntiva**), la **glándula lagrimal** y las **pestañas** se forman a partir del ectodermo superficial (106).

En relación con la conjuntiva, el ectodermo superficial se invagina formando el saco conjuntival que tapizará el párpado por dentro, y la zona anterior del ojo, transformado a nivel de la córnea en un epitelio superficial. De este saco proliferan pequeños conductos responsables de la formación de la glándula lagrimal. El sistema de conductos lagrimales que recogen la secreción lagrimal se origina a partir de una evaginación procedente de la mucosa ectodérmica de las fosas nasales (116).

### 3.3.1.1. Regulación molecular del desarrollo del ojo

El gen *PAX6* es el principal gen regulador para el desarrollo del ojo (119). Este gen pertenece a la familia de factores de transcripción *PAX* que colaboraran activamente en la regulación y diferenciación embrionaria. El gen *PAX6* es un gen altamente conservado desde el punto de vista evolutivo, presente no solo en vertebrados sino también otras especies como *Drosophila melanogaster* e incluso esponjas como *Cnidaria* (120, 121)

Este gen, *PAX6*, no solo interviene en el desarrollo embrionario del ojo sino que también juega un papel importante en la embriogénesis de sistema nervioso, páncreas o bulbo olfatorio (122), regulando entre otros procesos la diferenciación neuronal y la configuración de conexiones sinápticas. (123).

El gen *PAX6* desempeña un papel importante en el desarrollo inicial del ojo y en varias fases de desarrollo de la retina y cristalino. Este gen actúa activando una cascada de múltiples genes que guían el desarrollo inicial del ojo y cuya influencia permanece hasta etapas más tardías. *PAX6* se expresa en distintas estructura durante el desarrollo del ojo; en la vesícula óptica, la lente, la retina en diferenciación y, finalmente, hacia el final de la morfogénesis del ojo, en la córnea (123, 124). La diferenciación del cristalino depende de *PAX6*, aunque el gen no es responsable de la actividad inductora ejercida por la vesícula óptica sobre esta estructura. En su lugar, *PAX6* actúa autónomamente en el ectodermo superficial para regular el desarrollo del cristalino. Por lo tanto, *PAX6* es necesario para que el ectodermo superficial responda a la señal inductiva de la vesícula óptica (125).

Sin embargo, *PAX6* no es el único gen implicado en la embriogénesis del ojo. Al menos otros 4 genes *PAX* entre los que destaca *PAX2* juegan un papel esencial en el desarrollo entre otras estructuras de la retina pigmentaria (121).

La separación del campo ocular único en dos campos bilaterales proviene del gen *sonic hedgehog* (SHH), expresado en la placoda procordal. Se piensa que este gen suprime la expresión de *PAX6* en el centro del embrión y divide el campo en dos (126).

### 3.3.2. Estructura anatómica del globo ocular

#### 3.3.2.1. Cavidades orbitarias

Las orbitas son dos profundas cavidades situadas superior y lateralmente a las cavidades nasales, entre la fosa craneal anterior y el macizo facial. En su interior contienen el conjunto de estructuras que forman el órgano de la visión (127) (Ilustración 59).

Cada una de las cavidades orbitarias tiene forma de pirámide cuadrangular hueca cuya base se dirige anteriormente y cuyo vértice se dirige posteriormente. El eje mayor de la órbita es oblicuo posteromedialmente y mide aproximadamente 45 mm de longitud (127).

Según Rouvier (128) en la órbita se distinguen cuatro caras o paredes, cuatro ángulos o aristas, una base y un vértice.

1. **Pared superior o techo orbitario:** La pared superior, presenta forma triangular y está formada por la porción orbitaria del frontal y por el ala menor del hueso esfenoides. Su concavidad está más marcada en la parte anterior que en la posterior. En esta pared se localizan diversas estructuras: a) anterolateralmente, la fosa de la glándula lagrimal; b) anteromedialmente, la fosita troclear donde se fija la tróclea de reflexión del músculo oblicuo superior, y c) posteriormente, la sutura esfenofrontal, que articula el frontal con el ala menor del esfenoides. Esta pared superior es delgada, sobre todo en su parte media. Frecuentemente, está ahuecada en su parte anteromedial por la porción orbitaria del seno frontal.
2. **Pared inferior o suelo de la órbita:** La pared inferior de la órbita, también es triangular y forma un plano inclinado inferior, lateral y anteriormente. En esta pared se localizan los siguientes huesos: anteromedialmente se encuentra la porción orbitaria de la apófisis cigomática del maxilar; anterolateralmente, la cara medial de la apófisis frontal del hueso cigomático; posteriormente, la carilla superior de la superficie no articular de la apófisis orbitaria del palatino. Esta pared inferior está constituida por una pared ósea muy delgada que separa la cavidad orbitaria del seno maxilar subyacente. Localizadas en esta pared tenemos: a) las suturas que unen el maxilar con el hueso cigomático, lateralmente y con la apófisis orbitaria del palatino posteriormente, y b) el surco infraorbitario, que tiene comunicación con el conducto infraorbitario.
3. **Pared medial:** Es una pared delgada y frágil, casi vertical y paralela al plano sagital. Es cuadrilátera, casi rectangular y alargada de anterior a posterior. En esta pared nos encontramos con la apófisis frontal del maxilar, el lagrimal, la lámina orbitaria del etmoides y la parte anterior de la cara lateral del cuerpo del esfenoides. Esta cara medial de la órbita se relaciona con las cavidades nasales y sus cavidades anexas: las celdas etmoidales y el seno esfenoidal. Como accidentes anatómicos, se encuentran en esta pared: a) las tres sutu-

ras verticales que unen los cuatro huesos mencionados anteriormente y que conforman esta pared; b) en la parte anterior, el surco lagrimal limitado por las crestas lagrimales anterior y posterior, la primera perteneciente al maxilar y la segunda al lagrimal.

4. **Pared lateral:** La pared lateral es la más gruesa y resistente de las cuatro. Plana y triangular, está constituida en su tercio anterior por la apófisis del cigomático, y en sus dos tercios posteriores por la cara orbitaria del ala mayor del esfenoides. Se aprecian en esta cara la sutura esfenocigomática y el orificio cigomático orbitario.
5. **Base:** La base de la órbita tiene forma cuadrilátera y mide aproximadamente 40 mm de ancho por 35 de alto. Su contorno, llamado borde orbitario, está constituido: superiormente, por el borde supraorbitario del frontal; lateralmente, por el borde superomedial del hueso cigomático; inferiormente, por este mismo borde en su mitad lateral y por el maxilar en su mitad medial; medialmente, por la cresta lagrimal anterior. En el borde superior de la base de la órbita se encuentra la escotadura u orificio supraorbitario y la escotadura frontal, que es medial a la anterior y mucho menos marcada.
6. **Vértice:** El vértice de la órbita corresponde a la extremidad medial de la fisura orbitaria superior.
7. **Periostio orbitario:** La cavidad orbitaria se encuentra tapizada en toda su extensión por el periostio orbitario, que es delgado pero resistente. Poco adherente a las paredes laterales, está más fuertemente unido al esqueleto a lo largo de las suturas, a la altura de los orificios vasculares y sobre el borde orbitario, donde se engruesa.

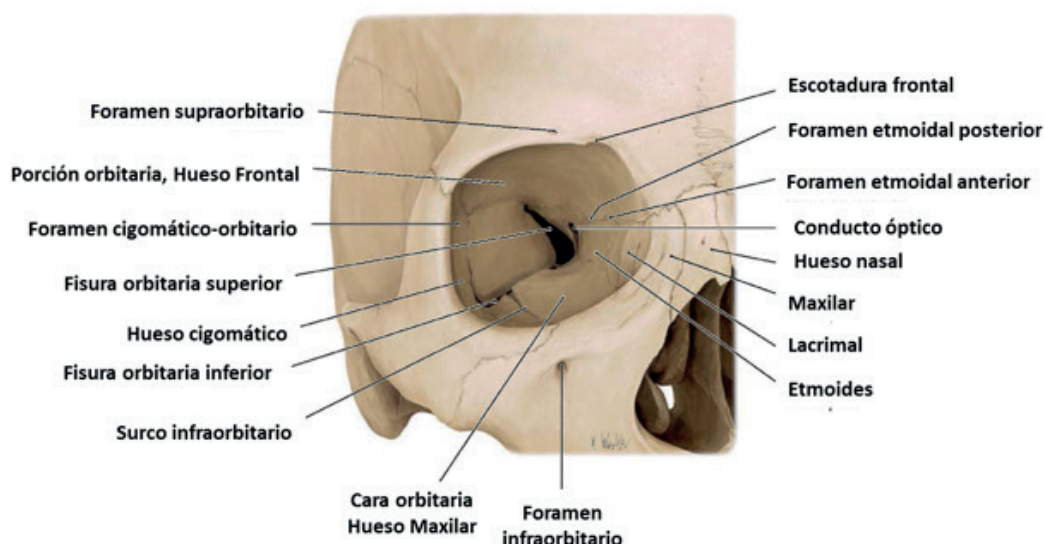


Ilustración 59: Visión frontal de la órbita derecha. En ella se observan los principales huesos que forman esta estructura ósea, así como los principales puntos de paso de nervios y arterias de esta región del cráneo. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

### 3.3.2.1. Constitución anatómica del globo ocular

El globo ocular es el elemento fundamental del órgano de la visión. El ojo propiamente dicho es irregularmente esférico, pues en su parte anterior, constituida por la córnea, sobresale y adopta la forma de un segmento de esfera con un radio menor que el del resto del globo ocular (107) (Ilustración 60).

El ojo pesa entre 7 y 8 g. Su consistencia es bastante firme a la presión que ejercen contra la pared del globo los líquidos que contiene (128).

El globo ocular ocupa la parte anterior de la cavidad orbitaria (Ilustración 60), a la que desborda un poco anteriormente, de tal manera que sobresale anteriormente al borde medial, inferior y sobre todo al borde lateral de la órbita. El globo ocular se aproxima más a la pared lateral que a las otras paredes de la órbita. Las distancias entre el globo y las paredes son: 11 mm inferiormente, 11 mm medialmente, 9 mm superiormente y 6 mm en la parte lateral (129).

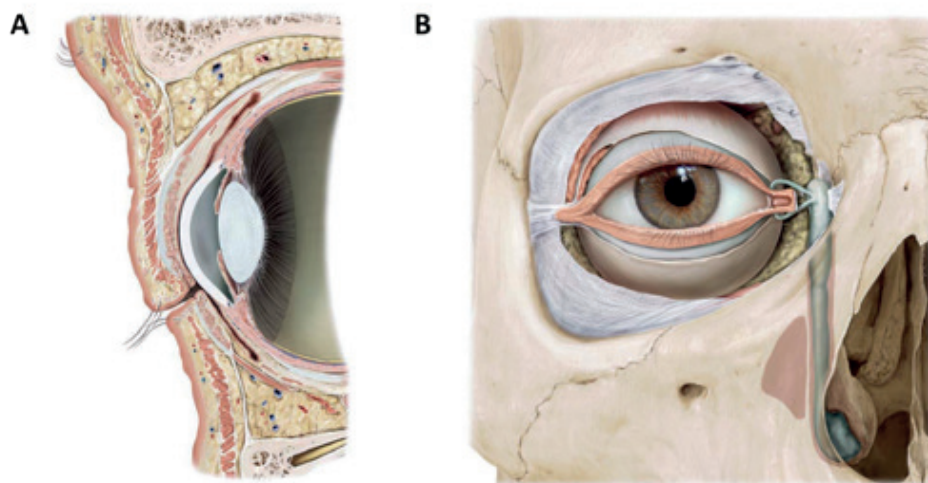


Ilustración 60: Visión lateral (A) y visión frontal (B) del ojo derecho incluido en la órbita derecha. En la visión lateral se observa como el globo ocular sobresale ligeramente de la cavidad orbitaria. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

El globo ocular es una esfera hueca que se compone de una pared y un contenido. La pared está formada por tres membranas concéntricas (127) (Ilustración 61), que de la más externa a la más interna son: a) una membrana externa o túnica fibrosa, constituida por la esclera y la córnea; b) una membrana media vascular, denominada túnica vascular o tacto uveal y c) una membrana o túnica interna, de naturaleza nerviosa, la retina.

En el interior del ojo hay tres cámaras que alojan en su interior una serie de medios transparentes y refringentes a la luz (127) (Ilustraciones 61 y 62). Dicho contenido consta de: a) la lente o cristalino, situada detrás del iris; b) el humor acuoso,

que llena el espacio existente entre la lente y la cara posterior de la córnea, y c) el cuerpo vítreo, situado posteriormente a la lente hasta la retina.

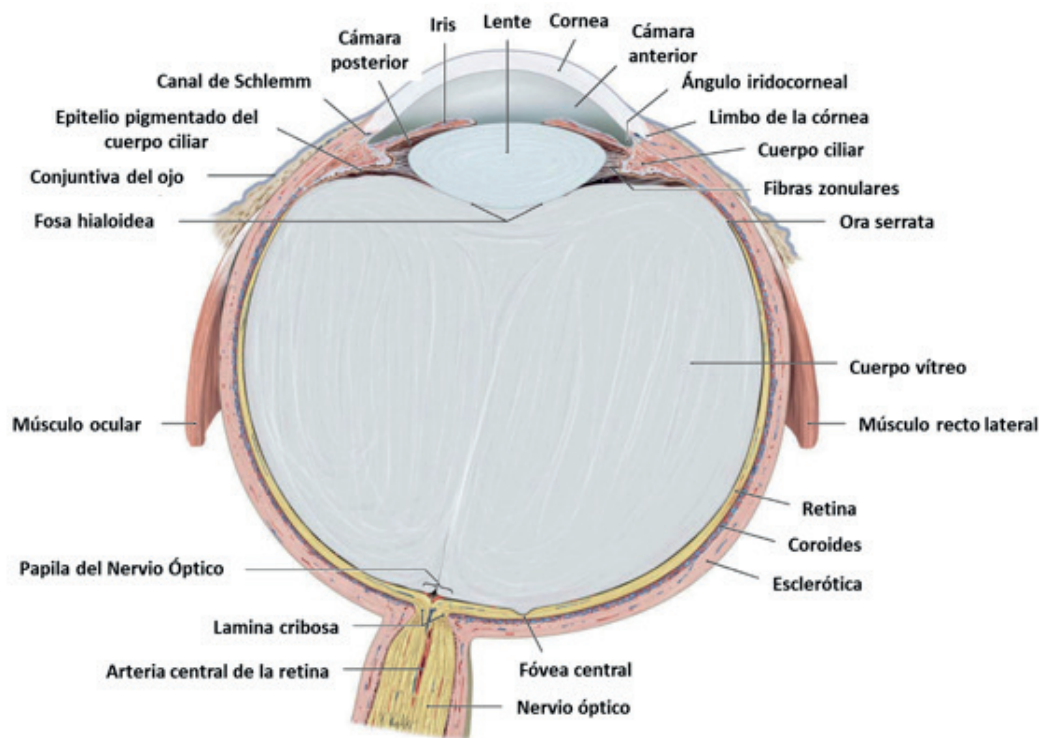


Ilustración 61: Corte horizontal del globo ocular. Corresponde al ojo derecho, visión craneal. La mayor parte del globo ocular está formado por tres capas que son, desde fuera hacia adentro: la esclerocornea (túnica fibrosa), la úvea (túnica vascular) y la retina. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

## TÚNICA FIBROSA O ESCLEROCÓRNEA

### 1. Esclera o esclerótica

Es una membrana blanca y opaca a la luz, que otorga al ojo su consistencia (Ilustraciones 61 y 62). Es resistente e inextensible, por lo que permite al ojo mantener su forma, al mismo tiempo que protege las estructuras internas (130). Constituye las cinco sextas partes de la túnica fibrosa. El grosor de esta cubierta es variable, adelgazándose desde el polo posterior, donde mide aproximadamente 1mm de espesor, y va disminuyendo poco a poco de posterior a anterior; en su parte media, no supera los 0,5 mm (128).

La superficie externa es blanca y lisa en el adulto, y ligeramente amarillenta en el anciano. Presenta inserciones de los tendones del músculo del globo ocular. La zona más fina corresponde a la inserción de los músculos oculares extrínsecos. Además, sobre la superficie de la esclera se observan numerosos orificios por donde pasan vasos y nervios que van y vienen del globo ocular. En la parte posterior se

sitúa el orificio por donde pasa el nervio óptico y otros por donde pasan los nervios ciliares y las arterias ciliares (Ilustración 61) (131). El orificio del nervio óptico está situado 3 mm medial y 1 mm inferiormente al polo posterior del ojo. Las paredes de este orificio poseen un 1 mm de espesor y están biseladas. Los orificios de las arterias ciliares y nervios ciliares, en número de 15 a 20 se agrupan alrededor del orificio del nervio óptico (132).

En su borde anterior la esclera presenta una ranura, en la que se enclava la córnea. Esta ranura presenta un saliente llamado espolón escleral (Ilustración 63) (107).

## 2. Córnea

La cornea es anterior a la esclera y constituye, por tanto, el segmento anterior de la túnica fibrosa del ojo (Ilustración 61) (128).

La cornea es una membrana transparente y redondeada, engarzada en la abertura anterior de la esclera (127). Representa un segmento de esfera de un radio menor que el de la esclera. Como consecuencia protruye en la parte anterior del globo ocular (Ilustraciones 61 y 63).

Las dos caras, anterior y posterior, son brillantes y lisas. La anterior es convexa, la posterior cóncava. El espesor de la córnea es 1 mm en su periferia y disminuye de forma progresiva hasta el centro donde llega solamente a 0,8 mm (129).

Su forma de lente convergente proporciona al ojo  $\frac{2}{3}$  del poder dióptrico o refractivo necesario para enfocar sobre la retina. Frecuentemente, su curvatura no siempre es regular; estas irregularidades pueden provocar un defecto de la visión conocido como «astigmatismo de curvatura», el más frecuente (133).

## TÚNICA VASCULAR O ÚVEA

La túnica vascular es la capa media del ojo y se localiza interna a la túnica fibrosa. Se aplica en casi toda su extensión a la cara profunda de la esclera, menos en la parte anterior, donde se separa de ella, para dirigirse hacia el eje del ojo en una plano perpendicular dicho eje (128).

Se describen en la túnica vascular tres segmentos, que de anterior a posterior son; la coroides, el cuerpo ciliar y el iris (Ilustraciones 61 y 62) (107).

### 1. Coroides

La coroides es una cubierta fundamentalmente vascular, situada por dentro de la esclera, a la que se adhiere a nivel de la salida del nervio óptico; y por fuera a la retina, a la que nutre parcialmente (Ilustración 61) (130).

Es una membrana de color oscuro, aplicada en toda su extensión a la superficie interior y cóncava de la esclera, de la que se puede separar fácilmente. Entre la esclera y la coroides existe una capa de tejido conjuntivo, la lámina fusca, así como vasos y nervios que van de una a otra membrana (132).



La coroides tiene en su parte superior un orificio de 1,5 mm de diámetro por donde pasan las fibras del nervio óptico (128). Este orificio es la continuación del orificio posterior de la esclera. Esta capa contiene además numerosas células pigmentarias que le permiten hacer del ojo una cámara oscura donde se proyecte la luz (134).

Anteriormente la coroides tiene continuación con el cuerpo ciliar. El límite anterior de la coroides está indicado por una línea circular y sinuosa, llamada *ora serrata* (Ilustraciones 61 y 64) (127), visible desde la superficie interna del hemisferio anterior del ojo. La *ora serrata* es anterior al ecuador situándose aproximadamente a 6 o 7 mm por detrás de la córnea.

## 2. Cuerpo ciliar

El cuerpo ciliar es la parte de la túnica vascular situado entre la *ora serrata* y el iris (Ilustraciones 62 y 63). Tiene forma de anillo aplanado, de una anchura de 5 o 6 mm y que se engruesa progresivamente de posterior a anterior (128).

Desde el punto de vista de la estructura, se distinguen en el cuerpo ciliar dos porciones diferentes; el músculo ciliar y los procesos ciliares (Ilustración 62) (107). El músculo ciliar ocupa la parte anteroexterna del cuerpo ciliar. El músculo está constituido por fibras musculares lisas. Los procesos ciliares son acúmulos vasculares unidos entre sí, que forman una tupida red capilar.

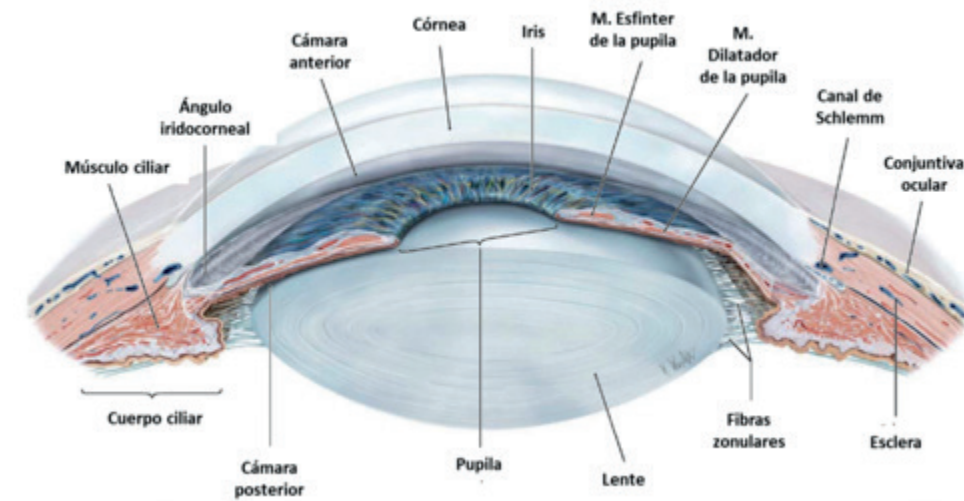


Ilustración 62: Corte horizontal de la posición anterior del ojo, visión craneal, donde se observa la posición del iris así como de las cámaras anterior y posterior. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

## 3. Iris

El iris constituye la parte anterior de la túnica vascular (Ilustraciones 61, 62, 63 y 64). Es una membrana pigmentada, con forma de disco, que se sitúa como diafragma circular y vertical, anterior a la lente (129). Está perforado en su centro por

un orificio llamado pupila u orificio pupilar (Ilustración 62). El iris se extiende desde el cuerpo ciliar hacia el interior del ojo dividiendo el espacio comprendido entre la córnea y el cristalino en dos cámaras, anterior y posterior (Ilustraciones 62 y 64) intercomunicadas por el orificio pupilar (106).

La cara anterior está formada por un estroma y un epitelio pigmentado, de color variable según los sujetos y las razas, en función de la cantidad y calidad de melanina. Esta cara anterior es ligeramente convexa e irregular por el paso de los vasos (128).

La cara posterior es uniformemente negra y ligeramente cóncava (128). A través de esta cara, el iris se apoya sobre el cristalino para evitar movimientos vibratorios (iridonesis).

La pupila es un orificio ordinariamente circular, situado en el centro del iris (Ilustración 63), cuyo diámetro medio es de 3-4 mm (127). Sus dimensiones están sujetas a la acción del musculo dilatador y el esfínter de la pupila (Ilustración 62) (107). Estos dos músculos de innervación vegetativa, regulan la entrada de la luz al ojo, cerrando (miosis) o dilatando (midriasis) el orificio pupilar.

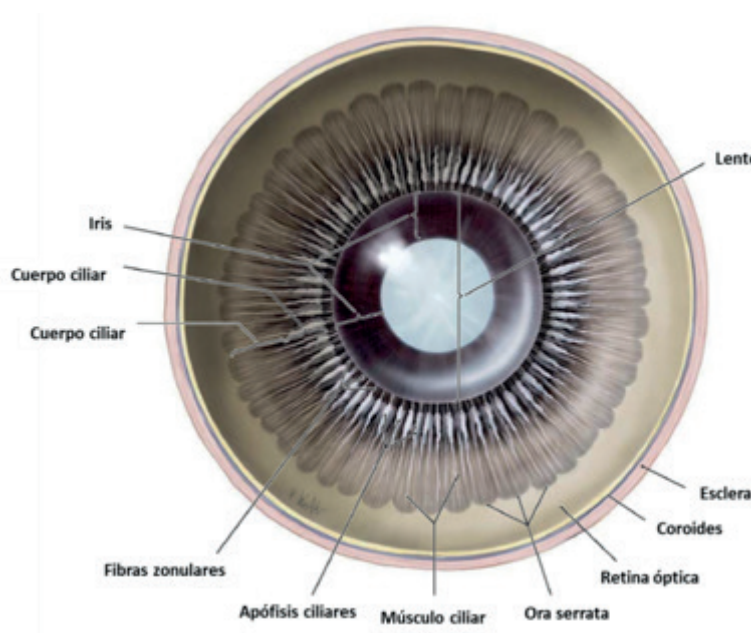


Ilustración 63: Cara posterior de la lente y su aparato de sujeción, el cuerpo ciliar. El cuerpo ciliar se sitúa entre la *ora serrata* y la raíz del iris. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

#### TÚNICA INTERNA O RETINA

Es retina es la túnica interna o nerviosa del globo ocular (Ilustración 61). Es interna a la túnica vascular y recubre toda la superficie interna de dicha membrana (127). La retina se divide en dos partes principales: la parte posterior o parte óptica, es la retina propiamente dicha y la anterior, llamada también retina ciega, compuesta por



las partes ciliar e iridiana, conserva sus caracteres embrionarios y se encuentra reducida a dos capas epiteliales superpuestas que tapizan la cara interna del cuerpo ciliar y la cara posterior del iris. Las dos partes de la retina están separadas por la *ora serrata*, cuya existencia se debe precisamente a la brusca diferencia de espesor y estructura entre la parte óptica de la retina y la parte ciliar (127).

La parte óptica de la retina es una membrana delgada, rosada y transparente, que está estructurada en 10 estratos o capas (130), cuyos elementos celulares se detallaran en el apartado correspondiente a la fisiología de la visión.

De manera general podemos adelantar que la retina óptica, como las otras membranas del ojo, presenta dos caras, externa e interna. La cara externa se aplica sobre la coroides sin adherirse a ella. La cara interna corresponde al cuerpo vítreo y en ella se encuentran dos estructuras características: el disco del nervio óptico y la mácula (129).

El disco del nervio óptico es una mancha circular, de 1,5 mm de diámetro aproximadamente, situada anteriormente al orificio del nervio óptico (133). El disco es el punto de convergencia de las fibras ópticas de la retina, que se reúnen para formar el nervio óptico. Presenta una depresión central que se origina de que las fibras ópticas pasan de la retina al nervio óptico, describiendo una curva cuya convexidad se orienta hacia el centro de la papila.

La mácula o mancha amarilla (Ilustración 64) es una depresión de color amarillento, elíptica, situada en el polo anterior del ojo (135).

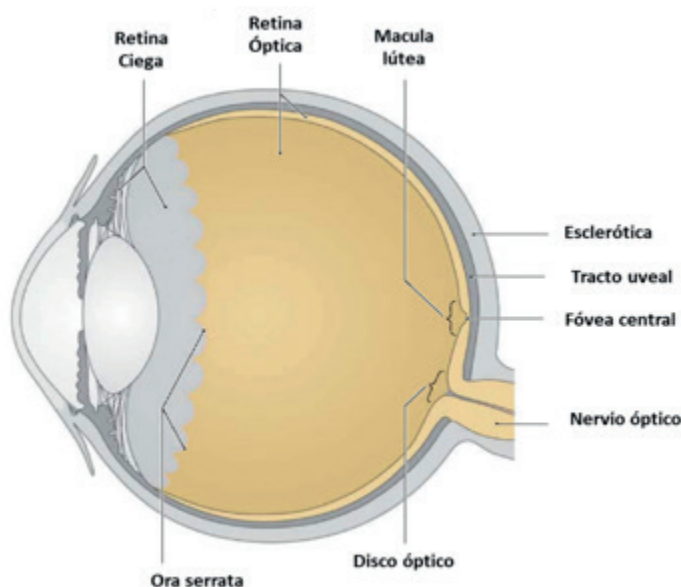


Ilustración 64: Visión general de la retina. El punto de la retina de visión más aguda es la fóvea central, una pequeña fosa en el centro de la mancha amarilla (mácula lútea).

Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

## MEDIOS TRANSPARENTES DEL OJO

Se denominan medios transparentes del ojo a los elementos anatómicos transparentes contenidos en el globo ocular. Son: a) la lente, situada posteriormente al iris; b) el humor acuoso, situado anteriormente a la lente, y c) el cuerpo vítreo, que es posterior a la lente (107).

### 1. Lente (cristalino)

La lente (cristalino) (Ilustración 61) es biconvexa, transparente y elástica. Con la edad, la consistencia de la lente aumenta y su elasticidad y transparencia disminuyen (133). En el anciano la lente adquiere un color amarillento.

Las dos caras de la lente, anterior y posterior son convexas, pero la cara posterior es más convexa que la anterior (figura 61, 62 y 63); el radio de la curvatura de la cara anterior en reposo mide 10 mm, mientras que el de la cara posterior corresponde a unos 6 mm (127).

La lente se mantiene en su lugar, entre el iris y el cuerpo vítreo, mediante un sistema de fibras transparentes que se extienden desde la cara interna del cuerpo ciliar a la periferia de la lente. Este conjunto de fibras se denominan fibras zonulares o ligamento suspensorio del cristalino (Ilustraciones 62 y 65), cuya tensión se modifica la forma de la lente para adaptar la visión a las diferentes distancias (reflejo de acomodación) (134). Durante la acomodación, estos radios de curvatura del cristalino se modifican debido a la elasticidad de este elemento.

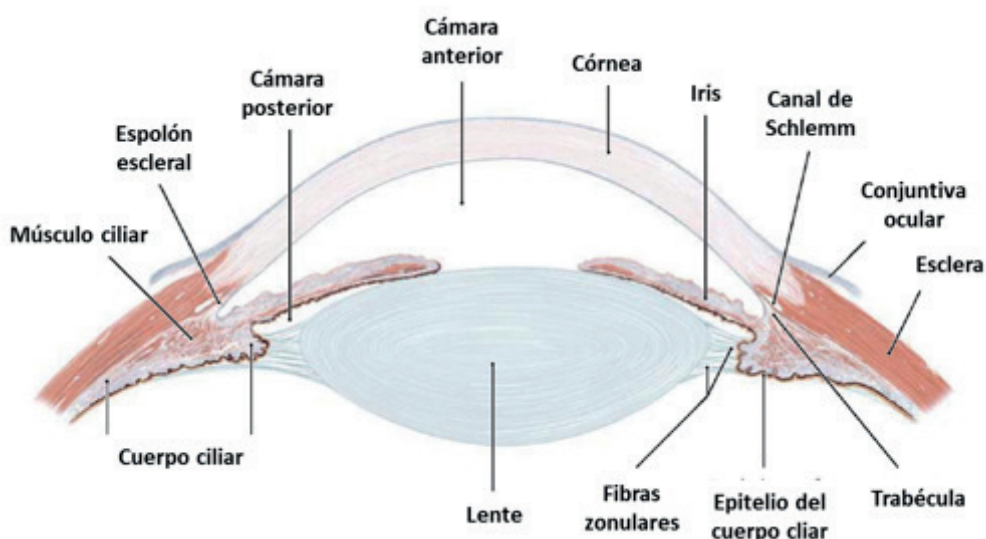


Ilustración 65: Corte del cuerpo ciliar, del iris y de la zónula ciliar. En el corte se observa la córnea, la lente y su aparato de sujeción. Delante de la lente se sitúa la cámara anterior del ojo, entre el iris y el epitelio anterior de la lente se sitúa la cámara posterior. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007, 107.

## 2. Humor acuoso y cámaras del ojo

El humor acuoso es un líquido incoloro y límpido que llena el espacio que existe entre la córnea y la lente (131).

El iris divide este espacio en dos celdas o cámaras, anterior y posterior (antes mencionadas) (Ilustraciones 62 y 65), comunicadas por el orificio pupilar (130). La cámara anterior tiene dos paredes: la pared anterior está formada por la cara posterior de la córnea y por el limbo esclerocroneal; la pared posterior está formada por la cara anterior del iris y el segmento de la cara anterior de la lente en relación con la pupila. La cámara posterior está limitada anteriormente posteriormente por la cara lateral del iris; lateralmente por el cuerpo ciliar; posteriormente, por el cuerpo vítreo y mediamente por la lente.

El humor acuoso es segregado por el epitelio que cubre los procesos ciliares a partir del líquido que filtran sus vasos (129). Este líquido cae en la cámara posterior, fluye a través de la pupila a la cámara anterior, donde es reabsorbido, a nivel del ángulo iridocorneal (Ilustraciones 61 y 62), hacia el conducto de Schlemm (Ilustraciones 62 y 65) y las venas esclerales. Del equilibrio entre la formación y drenaje del humor acuoso depende el mantenimiento de la presión intraocular (131).

## 3. Humor o cuerpo vítreo

El cuerpo vítreo es un líquido viscoso, gelatinoso y transparente que llena toda la parte de la cavidad ocular posterior a la lente (cámara vítrea) (Ilustración 61) (106)

El cuerpo vítreo está envuelto por una membrana llamada vítrea que se forma por la condensación de las capas periféricas del cuerpo vítreo. El cuerpo vítreo es atravesado, de anterior a posterior, por un conducto llamado conducto hialoideo, que es más estrecho en su parte media que en sus extremidades (128). Da paso, en el feto, a la arteria hialoidea, que alimenta la red vascular pericristalina durante el desarrollo de la lente (111).

Funcionalmente el humor vítreo colabora en el mantenimiento de la forma esférica del ojo, contribuye a la fijación de la retina sobre la coroides evitando posibles desprendimientos de retina, y además por su transparencia proporciona cierto poder dióptrico al ojo (130).

### 3.3.3. Fisiología de la percepción del color

El ojo humano sólo percibe un cierto rango de longitud de onda, este intervalo se llama «espectro visible de la luz» cuya longitud abarca de los tonos rojos (del orden de los 700 nanómetros) hasta los tonos azul violáceo (del orden de los 400 nm), pasando por todos los colores intermedios. Aunque después de estos límites siguen habiendo longitudes de onda solo que ya no son percibidos por nuestra vista, como los rayos ultravioleta o rayos infrarrojos

En la retina del ojo hay millones de células especializadas en detectar distintas longitudes de ondas de luz procedentes de nuestro entorno.

#### RECEPTORES VISUALES EN LA RETINA

La retina está estructurada en 10 capas o estratos cuyos elementos celulares más destacados son: los fotorreceptores o receptores visuales, que son los conos y los bastones, más cuatro tipos de neuronas: las neuronas bipolares, las neuronas ganglionares, neuronas horizontales y neuronas amacrinas.

La capa receptora de la retina descansa sobre el epitelio pigmentario, cerca de la coroides (Ilustración 66), de modo que deben pasar los rayos de luz a través de la célula ganglionar y de las capas de células bipolares para alcanzar los bastones y conos. El epitelio pigmentario absorbe los rayos de luz, lo que evita el reflejo de los rayos de regreso a través de la retina: esta reflexión produciría imágenes borrosas (114)

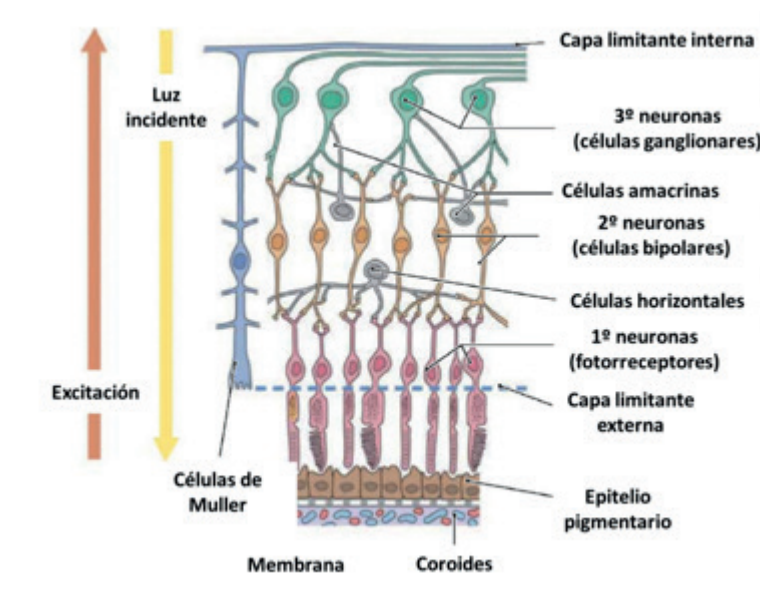


Ilustración 66: Constitución de la retina. Esquema de las primeras tres neuronas de proyección de la vía óptica y sus conexiones. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

Los fotorreceptores son las células capaces de captar y transformar la energía luminosa del espectro visible en impulsos nerviosos. Existen dos tipos de células receptoras de la luz, los conos y los bastones (Ilustración 67), que fueron descritos por Max Schultze en 1866 (136). Ellos son los encargados de recoger las distintas partes del espectro de luz solar y la transforman en impulsos eléctricos, que son enviados al cerebro a través de los nervios ópticos.

Los bastones, mucho más abundantes que los conos, son responsables de la capacidad de ver con poca luz (visión escotópica), un tipo de visión que es bastante

rudimentaria y sin color. Por lo tanto, solo proporcionan visión en blanco y negro. Los bastones reciben este nombre por el aspecto alargado y delgado, parecido a un bastón de su parte más externa (Ilustración 67) (134).

Los conos se encargan de la visión diurna (visión fotópica), permitiendo la discriminación de las formas y los colores según sus pigmentos. Son por tanto las células responsables de la visión de color. La fovea, que es la región de la visión más aguda, tiene una densidad muy alta de conos.

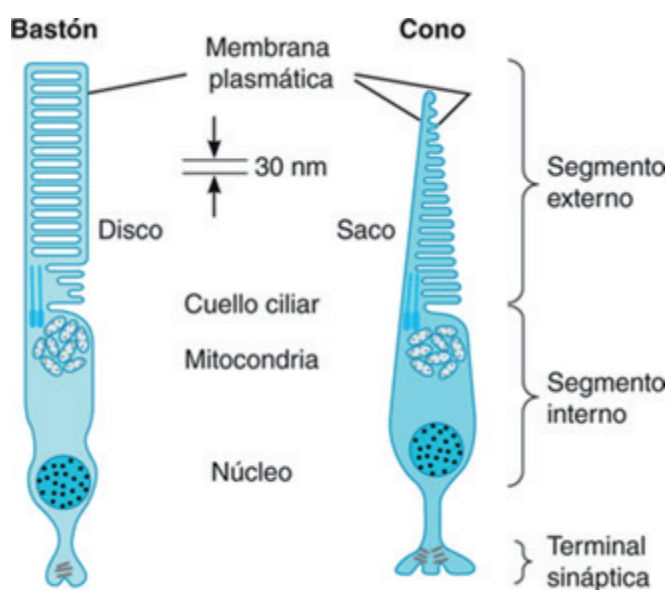


Ilustración 67: Estructura de los fotorreceptores: Conos y bastones. Los fotopigmentos están en el interior de los discos de la membrana de los segmentos externos. Tomada de Ganong, 2013 (25).

Los pigmentos visuales sensibles a la luz están unidos a las membranas celulares en los segmentos externos de los fotorreceptores. (Ilustración 67). Estos pigmentos son los transductores que convierten la energía luminosa en potenciales de acción. Los bastones tienen un solo tipo de pigmento visual: la rodopsina. Los conos sin embargo tienen tres pigmentos diferentes. Los pigmentos en los tres tipos de conos tienen picos de absorción en aproximadamente 430 nm (receptores para el violeta-azul; conos S), 530 nm (receptores para el azul-verde; conos M) y 560 nm (receptores para el amarillo-verde; conos L) (12). En un ojo normal hay, por lo tanto, 3 tipos de conos y cada uno lleva información distinta con respecto a la luz, unos absorben más el azul, otros el verde y otros el rojo. Nuestro cerebro reconoce el color de un objeto interpretando la combinación de señales que le llegan desde los tres tipos de conos.

Las células bipolares están intercaladas entre los fotorreceptores y las neuronas ganglionares (Ilustración 66). Las células bipolares constituyen las primeras neuronas de la vía óptica (137). Las células ganglionares o multipolares representan en siguiente punto de procesamiento de la vía óptica (segundas neuronas) (Ilustración

66). Sus axones convergen hacia un punto de la retina, el disco óptico o punto ciego, y juntos atraviesan todas las capas de la retina que están por encima, la coroides, y la esclera, formando el nervio óptico (Ilustración 68).

En la retina por tanto, los fotorreceptores captan la energía lumínica del campo visual y la transforman en señales dieléctricas que transmiten a las dos siguientes neuronas del sistema visual: las células bipolares y las células ganglionares. En cada ojo del ser humano hay alrededor 125 millones de fotorreceptores, pero en cada nervio óptico está formado solo por aproximadamente 1 millón de fibras nerviosas (137). Eso exige una enorme convergencia celular en toda la superficie retiniana. La convergencia general de células de fotorreceptores a través de células bipolares sobre células ganglionares es alrededor de 105:1. La convergencia de muchos bastones hacia una sola célula bipolar incrementa la sensibilidad de la luz pero distorsiona ligeramente la imagen recibida. En la macula, sin embargo, cada cono hace sinapsis con una única neurona bipolar. Esta visión de los conos, aunque menos sensible, es más nítida a causa de la sinapsis uno a uno entre cada cono y su célula bipolar.

En cuanto a las células ganglionares, se han identificado varios tipos de células ganglionares, aunque existe dos tipos predominantes (en un 80%); son las células M (magnocelulares) y las células P (parvocelulares). Las células M son más sensibles a la información sobre el movimiento. Las células P son más sensibles a las señales relacionadas con la forma y el detalle fino y parecen ser las relacionadas con determinados aspectos de la imagen como son el color, la forma y los detalles de los objetos (138). Los axones de las células ganglionares forman el nervio óptico, por medio del cual, como veremos a continuación, alcanzan el cuerpo geniculado lateral, el colículo superior y otros núcleos del tronco del encéfalo.

Las células amacrinas y las horizontales son interneuronas que modulan respectivamente, la sinapsis de las plexiformes interna y externa (137). Las células horizontales transmiten señales inhibitorias a las células bipolares de las áreas laterales de los conos y bastones excitados. Esta inhibición lateral resalta los contrastes en la escena visual entre las áreas de la retina que están intensamente estimuladas y las áreas adyacentes estimuladas en forma débil. Las células horizontales también contribuyen a la diferenciación de los colores. Las células amacrinas, que son excitadas por las células bipolares, hacen sinapsis con las células ganglionares y les transmiten información que señala los cambios de iluminación de la retina. Cuando las células amacrinas le transmiten señales excitatorias a las células ganglionares, estas se despolarizan e inician el impulso nervioso.

Los axones dentro del nervio óptico pasan a través del quiasma óptico, en el punto en el que se cruzan los nervios ópticos. Después de atravesar el quiasma óptico, los axones, que ahora forman parte del tracto óptico, entran en el encéfalo y llegan al tálamo. En el cuerpo del núcleo geniculado lateral del tálamo hacen sinapsis con las siguientes neuronas de esta vía de información (Ilustración 68). La información visual se recibe de las capas magnocelular y parvocelular del núcleo geniculado lateral del tálamo. El sistema magnocelular es más primitivo, ciego al



color y sensible al movimiento, a la profundidad y a las diferencias pequeñas de luminosidad. El sistema parvocelular transmite a la corteza visual primaria la información necesaria para la percepción del color y los detalles finos. Además del sistema parvocelular, en los últimos tiempos se han implicado también a las *neuronas K* de las capas intercelulares del cuerpo geniculado lateral en el procesamiento del color (139). Estas neuronas contribuirán a la percepción de ciertos matices relacionados con la longitud de onda corta (azul).

Los axones de estas neuronas se dirigen en su mayoría directamente hacia las áreas visuales primarias en los lóbulos occipitales de la corteza cerebral (también llamada área 17 de Brodman o área estriada o V1) (Ilustración 68), que tiene 6 capas celulares y de esta manera comienza la percepción visual (140). Las fibras provenientes de las zonas parvocelular del cuerpo geniculado lateral llegan área estriada.

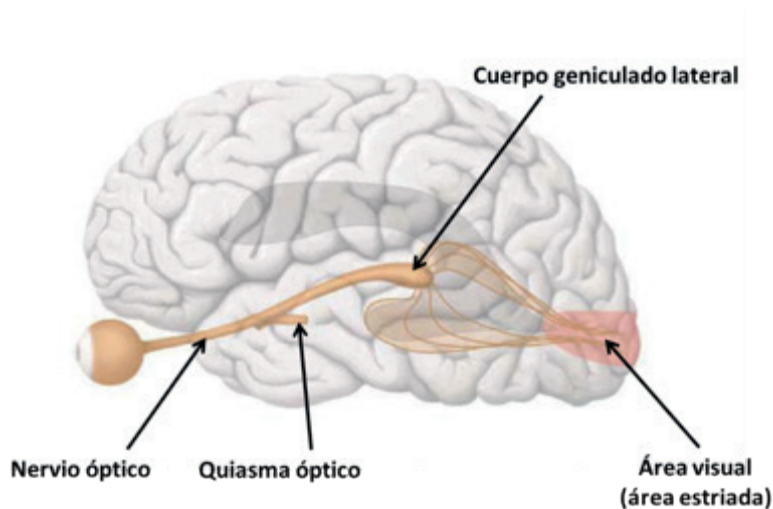


Ilustración 68: Visión de conjunto de la vía óptica. La vía óptica se extiende desde el ojo hasta el lóbulo occipital del telencéfalo, donde llega hasta el área 17 de Brodman o área visual. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107).

La actividad de las neuronas del área 17 determina la agudeza visual, pero para que esta información pueda ser interpretada, desde el área 17 (o V1) se envían fibras a la corteza visual de asociación (área extraestriada). Las neuronas de la corteza estriada envían axones a la corteza extraestriada (V2, V3, V4, V5, V6, etc.); la región de la corteza visual que rodea la corteza estriada (Ilustración 69). Los estudios de Zeki (141) con animales de laboratorio indican que las neuronas de una subárea específica de la corteza extraestriada, V4, están implicadas tanto en el análisis de la forma como análisis del color. Las lesiones del área V4 suprimen la constancia del color referida a la percepción precisa del color bajo diferentes condiciones de iluminación. Por otra parte, estudios de RM funcional en humanos (142) revelan que hay una región sensible al color en la corteza temporal inferior, llamada V8. Las lesiones que provocan acromatopsia («visión sin color») lesionan el área V8 u otras

regiones cerebrales que proporcionan aferencia a V8. Además de perder la visión del color, las personas afectadas por esta lesión ni siquiera pueden imaginar colores o recordar los de los objetos que vieron antes de que ocurriera el daño cerebral.

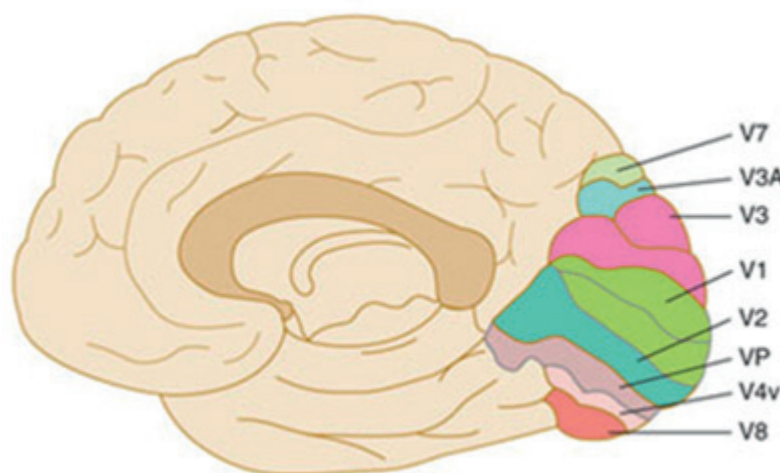


Ilustración 69: Corte sagital donde se observan las áreas visuales (V1) y áreas visuales de asociación (V2-V8), localizadas en el lóbulo sagital. Tomada de Ganong, 2013 (25).

Como ya se ha comentado, los tres tipos de conos de la retina son los encargados de iniciar el procesamiento del color. Cada uno de ellos es sensible a una longitud de onda (S, M o L) del espectro (143). Sin embargo, las neuronas de la vía óptica no son sensibles a un rango de longitudes de onda, sino que sus campos receptores se activan por pares de colores oponentes o antagónicos. A nivel de las células ganglionares de la retina, el código de tres colores cambia a un sistema de oposición al color. Las neuronas oponentes responden específicamente a pares de colores primarios, con el rojo oponiéndose al verde y el azul al amarillo. Así, la retina tiene dos tipos de células ganglionares sensibles al color: rojo-verde y amarillo-azul. Algunas de las células ganglionares sensibles al color responden de manera centro-periferia. Por ejemplo, una célula se excitaría con el rojo y se inhibiría con el verde en el centro de su campo receptor, mientras que mostraría la respuesta opuesta en el aro periférico. Otras células ganglionares que reciben *inputs* de los colores no responden diferencialmente a las diferentes longitudes de onda, limitándose a codificar luminosidades relativas en el centro y la periferia. Estas células sirven como detectoras de blanco y negro (137). Las neuronas oponentes pueden ser simples, como las neuronas parvocelulares de la retina y del cuerpo geniculado lateral. Por otro lado, las neuronas oponentes pueden ser dobles, como las de la región V1 y las de las áreas extraestriadas.



## ERRORES DE REFRACCIÓN

En la visión normal, los rayos reflejados de objetos distantes (a más de 6 m de distancia del observador) son paralelos o casi paralelos entre sí. Estos rayos se enfocan cerca de los fotorreceptores de la retina (Ilustración 70A). El cristalino simplemente debe desviar estos rayos lo justo para que queden enfocados en la fovea central donde la visión es más aguda (144). Los rayos de luz reflejados procedentes de objetos más cercanos (a menos de 6 m del observador) son más divergentes que paralelos y caen detrás de los fotorreceptores. Estos rayos deben sufrir una refracción adicional para ser enfocados por la retina. Esta refracción adicional se consigue por un proceso denominado acomodación (145).

El ojo sano, conocido como emétrope, puede refractar suficientemente los rayos de luz de objeto que este a 6 m de distancia de manera que enfoque una imagen nítida en la retina. Sin embargo, muchas personas carecen de esta capacidad por anomalías en la refracción (134).

Los errores en la refracción son trastornos oculares muy comunes, en los que el ojo no puede enfocar claramente la imagen. El resultado es una visión borrosa, que a veces resulta tan grave que causa discapacidad visual. Entre esas alteraciones de la refracción están la miopía y la hipermetropía.

### 1. Miopía

La miopía se produce cuando el globo ocular es muy largo en relación con el poder del foco de la córnea y el cristalino, o cuando el cristalino es más grueso de lo normal, de modo que la imagen converge por delante de la retina (Ilustración 70B) (146). Ópticamente esta ametropía esférica corresponde a un desenfoque que causa el emborronamiento en la imagen de la retina provocando visión borrosa.

En cuanto a la etiología de la miopía, existen numerosos factores que pueden estar relacionados con este error refractivo.

Factores genéticos (147): Los factores genéticos siempre han estado muy relacionados con la miopía. Se conocen más de 200 formas genéticas de miopía, habiéndose identificado más de 150 polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) asociados con la miopía. La mayoría de los genes involucrados en la miopía se relacionan con el procesamiento de la luz.

Factores ambientales: La evidencia que sugiere que el tiempo pasado al aire libre protege contra el desarrollo de la miopía (146, 148). Morgan y cols. proponen que del tiempo pasado al aire libre causa un efecto protector mediado por el estímulo de la luz brillante para liberar el transmisor dopamina en la retina.

Edad: La miopía en la infancia tiene una prevalencia del 2% a los 6 años, aumentando hasta el 20% a los 20 años. Entre los 30-40 años su prevalencia es del 30% (149). La miopía tardía en el adulto es la que tiene menor prevalencia y está relacionada con la presencia de cataratas.

**Etnia:** Según un estudio de Evaluación Longitudinal Colaborativa de las Etnias y el Error Refractivo (CLEERE, en inglés) asiáticos e hispanos parecen mostrar una mayor prevalencia de esta enfermedad que afroamericanos o caucasianos (150).

**Enfermedades sistémicas, síndromes y enfermedades oculares:** El síndrome de Down, la diabetes o el albinismo estas estrechamente relacionadas con errores refractivos, como la miopía o el astigmatismo. La catarata nuclear y la catarata capsular posterior provocan también miopía.

## 2. Hipermetropía

Es una ametropía esférica en la que los rayos procedentes de los objetos focalizan por detrás de la retina (Ilustración 70C). La longitud del globo ocular es muy corta en relación con el poder de enfoque de la córnea y el cristalino, o bien el cristalino es más delgado de lo normal, de modo que la imagen converge por detrás de los fotorreceptores.

**Etiología:** Se relaciona también con factores hereditarios y genéticos. También aparecen de manera secundaria debido a problemas tumorales, aplanamientos corneales o hemorragias.

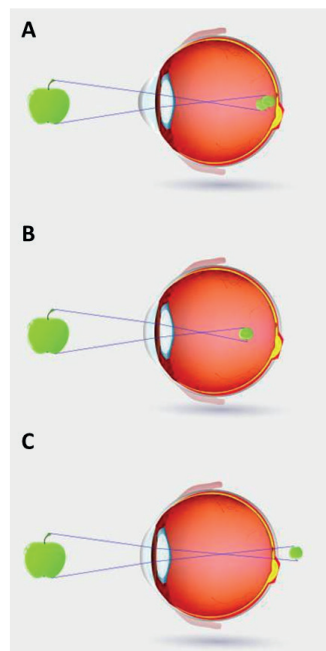


Ilustración 70: Esquema de focalización en un ojo emétrope (A), miope (B) e hipermetrope (C). Tomada del Instituto de la Visión (<http://www.institutodelavision.com/>)



## 4. Justificación

La prótesis dental abarca en nuestros días un amplio campo de actuación. Hace años, al hablar de prótesis dental se pensaba en un objetivo básicamente funcional, dejando a veces en un segundo plano el aspecto estético de nuestras restauraciones protésicas.

Actualmente, funcionalidad y estética se encuentran en un mismo plano cuando nos planteamos el objetivo de conseguir la máxima calidad en nuestras restauraciones. Es por este motivo por el que realizar una restauración ya sea pequeña o amplia en la boca de nuestros pacientes se ha convertido en una labor en la que debemos cubrir las necesidades funcionales y las necesidades estéticas «mimetizando» esa prótesis para que sea lo más similar posible a los dientes que mantiene el paciente en boca o a los que tenía antes de perderlos en el caso de tratarse de rehabilitaciones completas. Esto nos lleva a que seamos lo más estrictos posibles a la hora de realizar tanto la anatomía como la estética, siendo el elemento fundamental el color que escojamos para dicha rehabilitación.

En este estudio se han valorado las posibles limitaciones o no que podemos tener como profesionales a la hora de hacer la selección del color en las prótesis que confeccionamos en nuestra práctica diaria, basándonos en que la patología o la salud de nuestra visión sea un factor a tener en cuenta a la hora de la selección del color dental mediante guías dentales. Es por este motivo y debido a la alta incidencia en la población de las alteraciones refractarias, era necesario realizar este trabajo para determinar si las patologías como la miopía y la hipermetropía situaciones en las que la imagen se crea fuera del área de la fovea y por tanto de los fotorreceptores pudiera implicar bien la existencia de un menor número de conos o bien aún existiendo igual número de conos una menor capacidad de captación de estos al recibir los estímulos luminosos, traduciéndose en una alteración en la percepción de los colores.

Siendo nuestro objetivo principal analizar si las alteraciones visuales (miopía e hipermetropía) influyen en la percepción del color dental.



## 5. Hipótesis y objetivos

### 5.1. Hipótesis

#### HIPÓTESIS DE TRABAJO

En el presente estudio, la hipótesis que se formula es que existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos sanos y los que presentan alteraciones visuales (miopía e hipermetropía) en la percepción del color dental.

#### HIPÓTESIS NULA (H<sub>0</sub>)

No hay diferencias estadísticamente significativas entre individuos sanos y los que presentan las alteraciones visuales de miopía e hipermetropía en la percepción del color dental.

### 5.2. Objetivos

#### OBJETIVO GENERAL

1. Analizar si las alteraciones visuales, miopía e hipermetropía, influyen en la percepción del color dental y evaluar si el uso de correctores (gafas o lentillas) mejoran los resultados.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Analizar si las dimensiones del color (Valor, Tinte e Intensidad) se ven afectadas por las alteraciones visuales, miopía e hipermetropía, valorado en cuanto a porcentajes de aciertos con el test utilizado en este estudio.

3. Evaluar la miopía y la hipermetropía asociada al género masculino o femenino del operador como factor a tener en cuenta en los resultados de la selección de los colores dentales.

4. Determinar qué elementos del color son más fáciles/difíciles de seleccionar por los participantes, con y sin alteraciones visuales, empleando el método subjetivo con la guía 3-D Master (Vita).

## 6. Material y método

El estudio que se realizó es experimental, analítico, y transversal (en cuanto a las mediciones). Las variables son:

1. Identificador. Variable que identifica de forma unívoca al participante. Cualitativa nominal. Variable independiente.
2. Sexo (hombre / mujer): cualitativa nominal dicotómica. Variable independiente.
3. Alteraciones (sanos / miopes / hipermétropes) : cualitativa nominal. Variable independiente.
4. Grupo (Sin patología visual / con patología visual). Esta variable se basa en la anterior, pero agrupando a los que presentan patología visual, por lo que podría formularse como: ¿El participante tiene alguna patología visual (miopía o hipermetropía)? (sí / no); el sí se corresponde con el grupo de personas que tienen o bien miopía o bien hipermetropía; el no se corresponde con los que se consideran sanos: cualitativa nominal dicotómica. Variable independiente.
5. Gafas (sí / no). ¿Se utilizaron gafas para realizar la valoración de las dimensiones del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable independiente.
6. Lentillas (sí / no). ¿Se utilizaron lentillas para realizar la valoración de las dimensiones del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable independiente.
7. Corrector (con corrector / sin corrector). Variable construida a partir de las dos anteriores. Podría formularse como: ¿Se utilizó corrector (gafas o lentillas) para realizar la valoración de las dimensiones del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable independiente.
8. Tipo de corrector (Sin gafas ni lentillas / con gafas / con lentillas). Recoge cómo se realizó la valoración de las dimensiones del diente estudiado: cualitativa nominal. Variable independiente.
9. Número de prueba (1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6). Recoge el número de medición realizada. Cuando el participante realiza una segunda valoración, la prueba nº 4 corresponde al mismo diente que se valoró en la prueba nº 1, la prueba nº 5 corresponde al mismo diente que se valoró en la prueba nº 2, la prueba nº 6 corresponde al mismo diente que se valoró en la prueba nº 3. Variable independiente.



10. Código de color. Variable que identifica de forma unívoca al diente estudiado. Cualitativa nominal. Variable independiente.
11. VALOR (1 / 2 / 3 / 4 / 5). Variable cualitativa ordinal. Variable independiente.
12. TINTE (L / M / R). Variable cualitativa ordinal). Variable independiente.
13. INTENSIDAD (1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0). Variable cuantitativa continua. Variable independiente.
14. Acierto en VALOR (sí / no). ¿acertó al realizar la valoración de la dimensión VALOR del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable dependiente.
15. Acierto en TINTE (sí / no). ¿acertó al realizar la valoración de la dimensión TINTE del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable dependiente.
16. Acierto en INTENSIDAD (sí / no). ¿acertó al realizar la valoración de la dimensión INTENSIDAD del diente?: cualitativa nominal dicotómica. Variable dependiente.
17. Puntuación en el test (0 / 1 / 2 / 3). Como cada dimensión del color se evalúa como acierto o no acierto, se suma un punto por cada acierto y cada diente tiene 3 dimensiones, por lo que cada diente (o test) puede tomar el rango de valores de 0 a 3 puntos: cuantitativa discreta. Variable dependiente.
18. Puntuación del observador (0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9). Como cada participante valora 3 dientes y en cada diente se puede obtener una puntuación de 0 a 3 puntos, cada observador tendrá una puntuación que oscila entre 0 y 9 puntos: cuantitativa discreta. Variable dependiente.

En este trabajo se estudia la posible influencia de las alteraciones visuales en la toma del color dental. Para ello se seleccionaron participantes con y sin patologías oculares distribuidos en tres grupos:

Grupo 1: participantes sanos.

Grupo 2: participantes con patologías oculares: miopía.

Grupo 3: participantes con patologías oculares: hipermetropía.

### **6.1. Participantes y aparatología de medida de la luz**

El número total de participantes en el estudio fue de 75. Cada alumno realizaba la toma de color en un mismo lugar de trabajo, en un box destinado para ello en la tercera planta de la clínica odontológica del edificio de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, en horario de mañana de 10 a 14 horas con las condiciones ideales de iluminación para el registro del color dental que describiremos posteriormente.

Los participantes eran alumnos de cuarto y quinto curso de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, con conocimientos previos de la toma del color dental con una guía de color Vita y Vita 3D Master, con edades comprendidas entre 23 y 30 años, sin alteraciones en la percepción del color, con y sin patologías

oculares. En los casos en los que tenían patologías, sus dioptrías debían estar comprendidas entre  $-2$  y  $-4$  dioptrías para miopía y entre  $+2$  y  $+4$  en hipermetropías.

Los criterios de inclusión que utilizamos fueron:

1. Estudiantes de últimos cursos, 4º y 5º de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.
2. Debían haber realizado sus revisiones oftalmológicas como máximo en los últimos 6 meses. En dichas revisiones se determinaba que no tenían alteraciones visuales o bien eran diagnosticados de las siguientes: miopía o hipermetropía con dioptrías comprendidas entre  $-2$  y  $-4$ .
3. Con conocimientos de toma de color dental en guías dentales.
4. Edad comprendida entre 23 y 30 años.
5. Sin alteraciones en la percepción del color. Realizando previamente el test de Ishihara.

La toma de color se realizó en todas las ocasiones a una distancia de 1 metro del suelo y a cada alumno le era explicado que no debía de hacer sombras ni tapar la luz con su propio cuerpo.

Así mismo se le entregaba a cada uno de ellos el consentimiento previo informando del estudio (Anexo I).

Todo la información era anotada junto con los datos obtenidos por cada alumno en una ficha que se expone a continuación:

PARTICIPANTE No:

SEXO:

TEST ISHIHARA:

ALTERACIONES OCULARES:

SIN GAFAS/SIN LENTILLAS

NUMERO DIENTE	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL

CON GAFAS/ CON LENTILLAS

NUMERO DIENTE	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL

Ilustración 71: Ficha que se rellenaba para cada uno de los alumnos participantes en el estudio para realizar la recogida de datos

CONDICIONES DE ILUMINACIÓN

Las comprobaciones de color se realizaban en un mismo box en horario de mañana entre las 10 y las 14 horas a lo largo del curso académico.

Para conseguir una iluminación ambiental ideal, como se pone de manifiesto en el BOE (2003) en la normativa de alumbrado para interiores, se necesita una intensidad lumínica por encima de 500 luxes. En nuestro estudio utilizamos el luxómetro HD 8366 (Ilustración 72).

En cuanto a la temperatura de color necesaria, se encuentra entre 5000 K-6500 K y se utilizó el aparato C500 Prodigy Color (Sekonic) (Ilustración 73).

La luz ambiental utilizada fue la proporcionada por los fluorescentes de techo TLD-9/65 con índice de reproducción cromática de 9 y temperatura de color 6500 K que nos permitió una correcta selección del color independientemente de la hora del día o de la estación del año



Ilustración 72: Posicionamiento del sensor del luxómetro para comprobar la intensidad de la luz en el lugar de la toma del color



Ilustración 73: Aparato para la toma de la temperatura del color.(C 500 Prodigy Color. Sekonic)

### 6.1.2. Test de Ishihara

En primer lugar se realizó el test de Ishihara (Ilustración 74) con el fin de detectar las anomalías en la percepción del color de los participantes. Existen diversos test para poder detectar esta anomalía en la percepción del color, como son el test de AO-HRR, el test de Farnsworth D-15 Panel el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue, entre ellos, al realizar una revisión bibliográfica decidimos elegir el test de Ishihara, por ser de fácil utilización y por tener tanta sensibilidad como el resto de test propuestos. Es el test más utilizado para diagnóstico y clasificación de discromatopsias (alteraciones en la visión de colores, como el daltonismo) . Nos permite distinguir defectos del eje azul-amarillo, aunque en realidad son muy raros; los principales son del eje rojo-verde: la protanopia (Dalton) en la que, a grosso modo, el espectro azul-verde se ve gris y tienen el espectro rojo muy acortado ( carecen del cono rojo); y la deuteranopia (Nagel) donde el verde se visualiza gris (carecen del cono verde). Consiste en una serie de puntos de varios colores y tamaños agrupados entre sí. Dichos puntos están ingeniosamente dispuestos en patrones de varios tintes. La distinción entre ellos es leída rápidamente por un tricrómata normal, pero las personas con alteraciones en la visión del color no son capaces de discernir la figura o número que se encuentra entre los puntos.

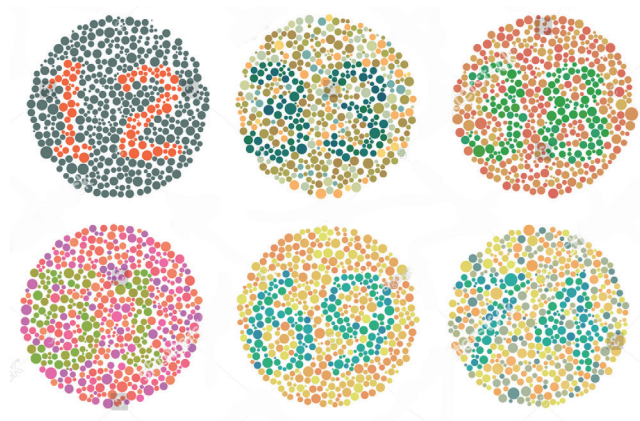


Ilustración 74: Test de Ishihara utilizado para detectar las anomalías en la percepción del color de los participantes

### 6.1.3 Guía de color utilizada

La guía utilizada para la realización de este trabajo ha sido la guía Vita 3-D Master (Ilustración 75), ya que, aunque existen numerosas guías en el mercado es la única que presenta un sistema basado en unos principios que parten del modelo teórico del espacio cromático, o lo que es lo mismo, las tres dimensiones del color: tinte, valor e intensidad.

La mayoría de guías comercializadas sólo colocan ordenadamente el tinte, pero no el valor ni la intensidad, mezclándolos entre sí.

Los colores dentales se sitúan en un espacio cromático en la gama «amarillo-roja». El espacio cromático de los dientes se trasladó de manera uniforme y respetando iguales distancias en cuanto al valor, tinte e intensidad del color a las muestras de color del diente. Se llevó a cabo también la colocación de los colores de los dientes según su frecuencia. Las muestras de color resultantes son 26, las cuales proporcionan un nuevo instrumento para la determinación del color.

Consideramos que la guía Vita 3-D Master cumple los requisitos que debe cumplir una guía de color, tiene una disposición lógica y una adecuada distribución del espacio de color.



Ilustración 75: Guía Vita 3-D Master que utilizada con dientes que se mantuvieron intactos

#### 6.1.4. Análisis espectrofotométrico

Para poder estudiar los objetivos propuestos se tomaron dos guías de color. Ambas fueron sometidas a su comparación mediante el análisis espectrofotométrico utilizando el espectrofotómetro Easyshade (Vita-Zahnfabrik, Alemania) (Ilustración 76) en el modo de comprobación de las guías, con el fin de comprobar el color de cada una de las muestras que se iban a utilizar posteriormente para la realización de este estudio y confirmar que correspondía al color indicado en la tablilla (Ilustración 77 y 78). **Una de las guías se desmontó y se codificó, tal y como se indica en la Ilustración 79. Creando, de esta manera, nuestra propia nomenclatura: se denominó a cada diente de la guía con un número del 4 al 29 (Ilustración 80). La otra guía (guía no codificada) se usó como muestra para poder realizar las comparaciones.**



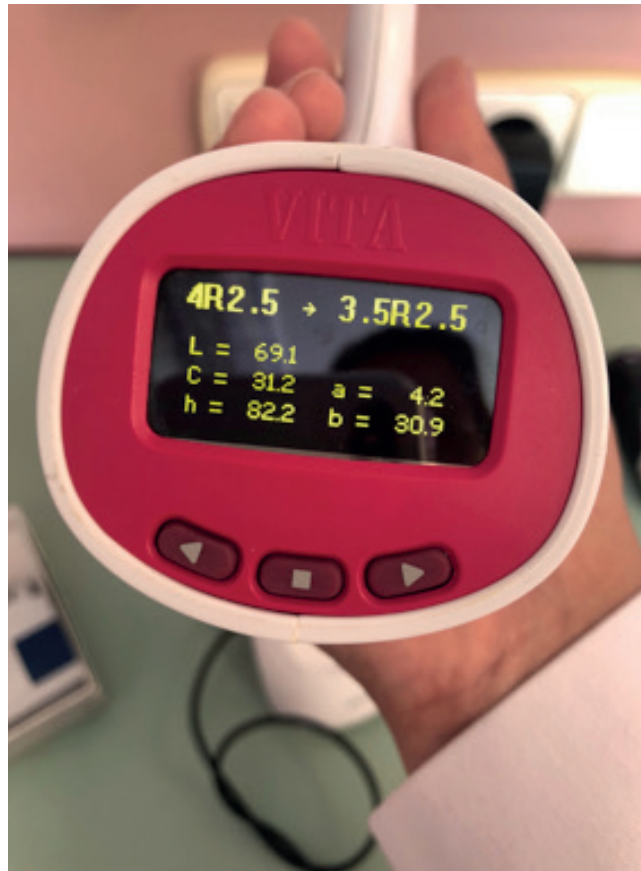


Ilustración 76: Espectrofotómetro (Easyshade Vita-Zahnfabrik, Alemania)



Ilustración 77: Guía Vita 3 D Master y Espectrofotómetro (Easyshade Vita-Zahnfabrik, Alemania) utilizado para el estudio



Ilustración 78: Comprobación con espectrofotómetro de Vita, del color de cada diente en ambas guías dentales

COLOR	CÓDIGO	COLOR	CÓDIGO
1M1	4	3M3	17
1M2	5	3R 1.5	18
2L 1.5	6	3R 2.5	19
2L 2.5	7	4L 1.5	20
2M1	8	4L 2.5	21
2M2	9	4M1	22
2M3	10	4M2	23
2R 1.5	11	4M3	24
2R 2.5	12	4R 1.5	25
3L 1.5	13	4R 2.5	26
3L 2.5	14	5M1	27
3M1	15	5M2	28
3M2	16	5M3	29

Ilustración 79: Tabla de equivalencias de la guía codificada





Ilustración 80: Dientes de la guía Vita 3-D Master modificada, desmontada y codificada

### 6.1.5. Método

Se establecieron 3 grupos de participantes:

1. Primer grupo si no tenían patología ocular.
2. Segundo grupo: si tenían patología, miopía (entre -2 y -4 dioptrías)
3. Tercer grupo: si tenían patología, hipermetropía (entre +2 y +4 dioptrías)

En todos los casos se habían realizado revisiones oculares en un periodo no mayor a seis meses para confirmar que tanto la no patología como la patología que poseían estaba diagnosticada correctamente y tenían la corrección necesaria si así lo requerían. Solo hubo dos casos en los que teniendo patología ocular pero siendo unas dioptrías bajas los alumnos no llevaban corrección porque no estimaban el uso de ninguna corrección.

**En el proceso a cada alumno se le asignaron tres tablillas de la guía codificada elegidas al azar, y debían elegir la tablilla de la guía intacta que pensaran que mejor se correspondía.** A cada alumno le fue explicada la manera de uso de la guía Vita 3-D Master, que a continuación exponemos:

En primer lugar, se debe elegir el valor (del 1 al 5), dentro del cual está el diente que intentamos identificar, así definiremos el valor, por tanto, no tendremos que definir un diente muestra de color (1 de 26), sino un grado de valor (1 de 5).

Tras encontrar el valor, debemos coger el grupo M (que define el tinte) del grupo de valor seleccionado, abrirlo en abanico y elegir la intensidad.

1. Por último determinaremos el tinte del diente. En caso de que el grupo M no se corresponda con el color natural del diente, lo buscaremos en la columna de la izquierda o de la derecha de este grupo de valores. La variación del color de los niveles de valor vecino es constante. El nivel de valor intermedio 3 consta, como el segundo y el cuarto de siete colores dentales. Los tres del medio (M), pertenecen al mismo tinte. De arriba abajo lo que aumenta únicamente es la intensidad (1, 2 y 3). A la izquierda (L) y a la derecha (R), del central se encuentran dos columnas, una con un tinte más amarillento (L) y otra con un tinte más rojizo (R), que el tinte correspondiente de la columna central. Dentro de cada tinte, más amarillento o rojizo se incrementa la intensidad del color de arriba abajo (1,5 y 2,5). Las variaciones dentro de un tinte son constantes y se escogieron de tal manera que el ojo humano pudiera distinguir claramente los colores individuales. Esto es también válido para la variación del tinte dentro de un mismo nivel de valor.

El trabajo con la guía Vita 3D-Master es más seguro y más sencillo debido a su estructuración sistemática y a que el procedimiento que se sigue para la determinación del color se basa en los hábitos visuales naturales. Es la única guía que esta dentro del espacio CIELAB.

Las ventajas de este procedimiento sistematizado radican en las posibilidades de verificación unívocas dado que:

1. La elección del color se realiza paso a paso respetando los principios de orden colorimétricos, siendo más fácil elegir el color determinando paso a paso el valor, la intensidad y el tinte, que elegir un color entre 16 colores.
2. La guía cubre todo el espectro cromático de la dentición natural, colocando los colores dependiendo de sus frecuencias entre los dientes naturales.
3. Existe la posibilidad de mezclar el valor, el tinte y la intensidad de color independientemente unos de otros.

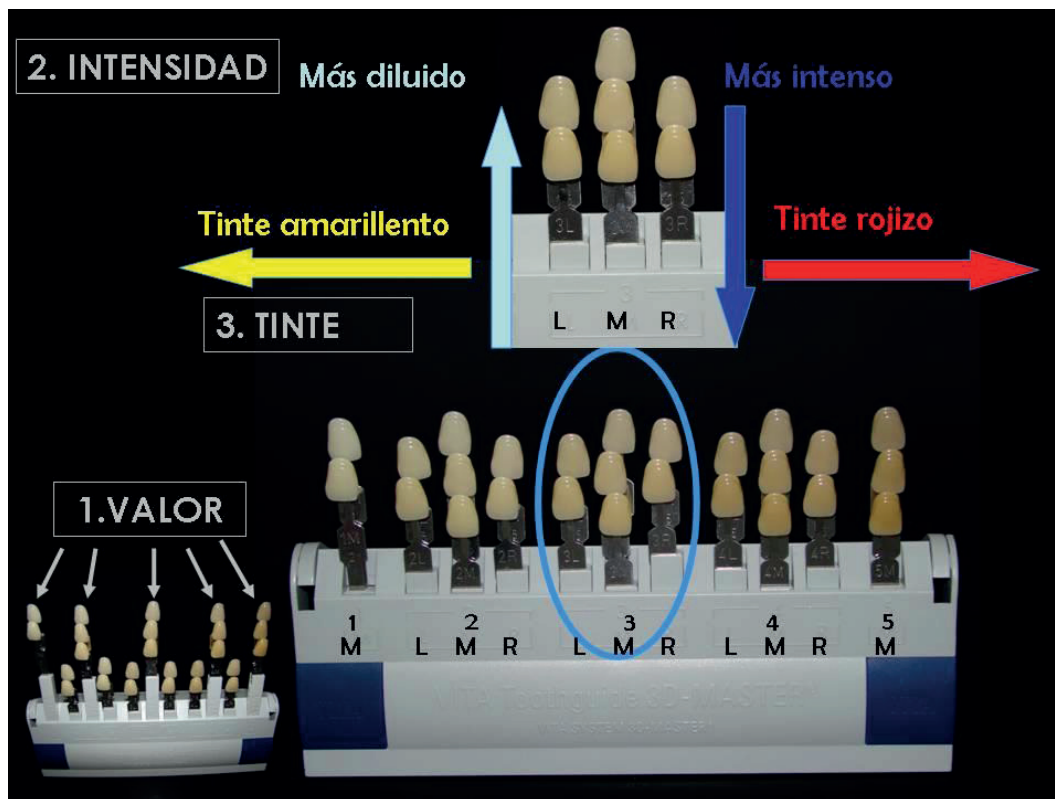


Ilustración 81: Esquema explicativo del manejo de la guía Vita 3D Master.  
Foto tomada de la pagina <https://www.vita-zahnfabrik.com>

Los alumnos sin patologías realizaban la toma de color 3 veces, mientras que los alumnos con miopía que utilizaban gafas o lentillas (corrección de la patología) hacían la toma de color 6 veces, con y sin corrección, 3 de ellas con corrección y 3 de ellas sin corrección. Tanto en las 3 primeras como en las 3 siguientes tomas de color, los dientes eran los mismos. Es decir que hacían la toma de color de 3 dientes primero con su corrección y luego sin ella. Mencionar que dejábamos un periodo de descanso de 30 minutos entre la toma de color con corrección y la que no tenía corrección para que el ojo descansara. Si los alumnos con patología no utilizaban corrección hacían la toma de color solo 3 veces. El acierto de cada una de las dimensiones del color (valor, tinte e intensidad) proporcionaba 1 punto al participante, siendo el mínimo de la puntuación individual para cada muestra de 0 puntos (ausencia de aciertos) y el máximo de la puntuación individual para cada muestra de 3 puntos. Para contabilizar los aciertos de cada una de las dimensiones del color, al acierto de cada una de ellas le era asignado 1 punto, siendo la puntuación máxima por participante de cada una de las dimensiones del color de 3 puntos. De esta manera, el mínimo de la puntuación total para cada alumno es de 0 puntos y el máximo es de 9 puntos. Los datos de la muestra recogida de cada uno de los alumnos en el estudio fueron anotados en una ficha como la que expusimos anteriormente.

El análisis estadístico se ha realizado con el software estadístico IBM SPSS Statistics 23.

Algunos gráficos han sido elaborados con Microsoft Excel 2010, aunque la información se obtuvo con SPSS.

#### DIFICULTADES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En cuanto a las limitaciones del estudio, no se comprobó si el participante era realmente sano, miope o hipermetrope, y si la graduación del corrector visual es la adecuada. Es decir, que la pertenencia al grupo de clasificación (sano, miope, hipermetrope) se ha hecho en base a información autorreferida.

También tenemos que asumir que el participante ve lo que dice ver, es decir, sus mediciones también son autorreferidas.

Un posible complicación es el tener en cuenta que cada participante tiene una experiencia previa en cuanto a la medición de las dimensiones del color dental. A todos se les enseñó a lo largo del curso lectivo como funciona la guía 3D Master, pero no es una guía de uso habitual en sus prácticas, como sí lo es la guía Vita Classic.

Ha sido una limitación también, el no haber aleatorizado las mediciones, es decir, en el caso de los participantes con patología ocular que realizan mediciones sin y con corrector, el hecho de que se midan los mismos dientes en el mismo orden puede conducir a posibles sesgos, ya que como pudimos comprobar, parece que se produce un cierto aprendizaje o sesgo de memoria. No sabemos si los resultados podrían haber sido diferentes si las mediciones se hubiesen aleatorizado en un doble sentido: 1º, el orden de los dientes en las mediciones con y sin corrector; y 2º: la utilización del corrector (los participantes con patología podrían haber realizado, unos en primer lugar las mediciones sin corrector y otros, las 3 primeras mediciones con corrector, y viceversa, habiéndose decidido este orden de forma aleatoria).



## 7. Resultados

Nuestra muestra se compone de un total de 315 mediciones realizadas por 75 estudiantes de Odontología que cursaban 4º y 5º curso de Grado en la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

En primer lugar vamos a proceder a realizar un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio.

### 7.1. Descripción de los participantes

#### 7.1.1. Distribución por sexo según el grupo

La muestra está constituida por 75 estudiantes, de los cuales 46 (61,3 %) son mujeres y 29 (38,7 %) son hombres (Figura 1).

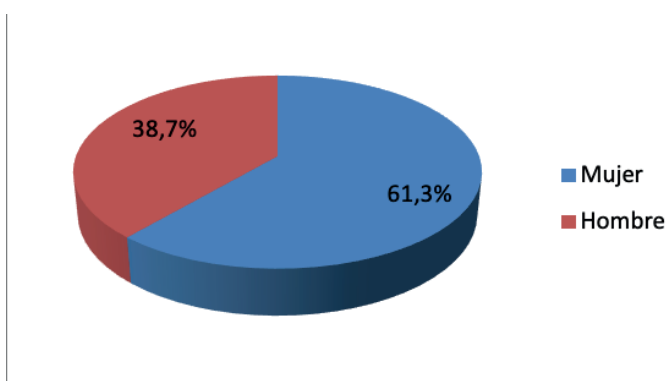


Figura 1. Distribución de la muestra por sexo

Del total de participantes, 36 individuos no tenían patología ocular, lo que supone un 48 % del total de la muestra; 30 estudiantes tenían miopía (40 %) y el resto, 9 (12 %) era hipermétropes (Figura 2).

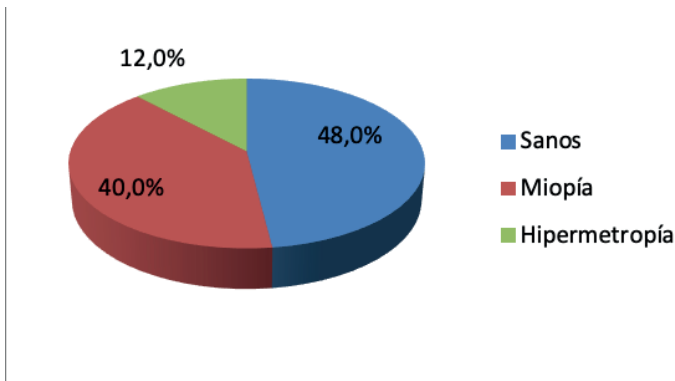


Figura 2. Distribución de la muestra por grupo

La distribución por sexo según el grupo al que pertenece el estudiante se recoge en la Tabla 1 y Figura 3. Entre las mujeres, el 45,7 % no tienen patología ocular mientras que entre los hombres, este porcentaje asciende hasta el 51,7 %. Los hombres presentan miopía en mayor porcentaje que las mujeres (41,4 % vs 39,1 % respectivamente), mientras que hay más mujeres con hipermetropía (12,2 %) que hombres (6,9 %).

Tabla 1. Descripción de los participantes por sexo según grupo

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Grupo	Sanos	21	45,7	15	51,7	36	48
	Miopía	18	39,1	12	41,4	30	40
	Hipermetropía	7	15,2	2	6,9	9	12
Total		46	61,3	29	38,7	75	100

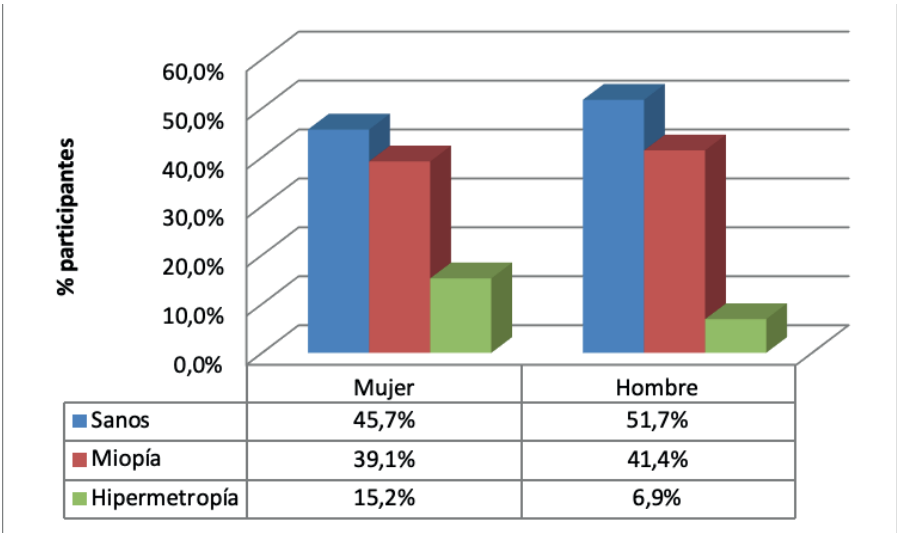
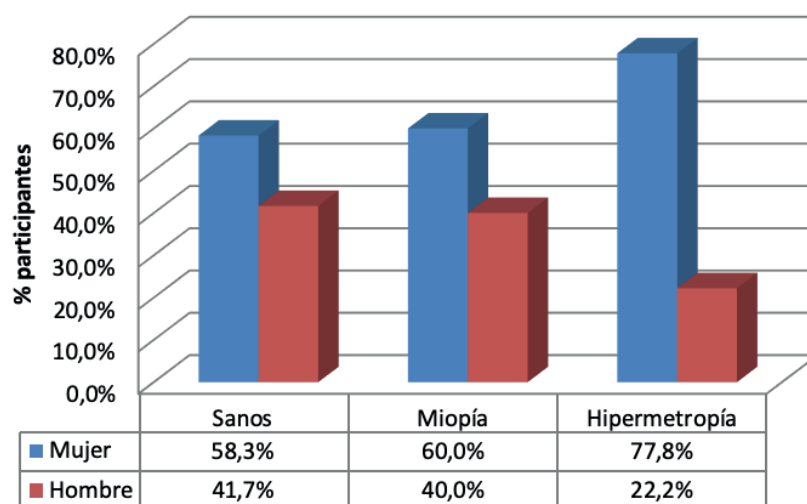


Figura 3. Distribución de los participantes por sexo según grupo

Entre los participantes sanos, el 58,3 % resultaron ser mujeres y el 41,7 % hombres; entre los que tenían miopía, el 60 % eran del sexo femenino y el 40 %, del masculino; en el grupo de estudiantes con hipermetropía, las mujeres representaban el 77,8 % y los varones el 22,2 % (Tabla 2, Figura 4).

**Tabla 2. Distribución del sexo estratificado por grupos**

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Grupo	Sanos	21	58,3	15	41,7	36	48
	Miopía	18	60,0	12	40,0	30	40
	Hipermetropía	7	77,8	2	22,2	9	12
Total		46	61,3	29	38,7	75	100



**Figura 4. Distribución del sexo estratificado por grupo**

Para estudiar si los grupos son homogéneos en cuanto al sexo, calculamos el estadístico chi-cuadrado de Pearson, que tiene asociado un p-valor igual a 0,553, resultando ser no significativo. Por lo tanto, con una seguridad del 95 % concluimos que existe homogeneidad por sexo en los dos grupos considerados (sanos, miopes e hipermétropes). A la misma conclusión llegamos observando los valores de los coeficientes Phi y V de Cramer,  $\phi = V = 0,126$ , medidas de asociación que nos permiten medir la intensidad de la relación y en este caso indican un grado de relación positiva muy pequeño y además no es estadísticamente significativo ( $p = 0,553$ ).

Con el propósito de estudiar en qué grado el grupo al que pertenece el estudiante viene explicado por el sexo, podemos utilizar las medidas asimétricas de reducción proporcional en el error (coeficiente Lambda de Goodman y Kruskal) y las de proporción de varianza explicada (coeficiente Tau de Goodman y Kruskal y coeficiente de incertidumbre). En nuestro caso, las tres medidas asimétricas enu-



meradas tienen valores muy similares y próximos a cero, lo que indica que en la muestra el sexo tiene escasa capacidad para predecir el grupo al que pertenece el estudiante. Los intervalos de confianza al 95 % de dichas medidas contienen al valor cero de capacidad predictiva nula.

### 7.1.2. Distribución por sexo según el número de valoraciones

El 60 % de los estudiantes realizó la valoración de 3 muestras de color distintas sin el uso de correctores visuales y el 40 % realizaron 6 cotejos (los 3 primeros distintos sin corrector visual y los 3 siguientes con gafas o lentillas sobre las mismas muestras anteriores y usando el mismo corrector en las 3 comprobaciones) (Figura 5).

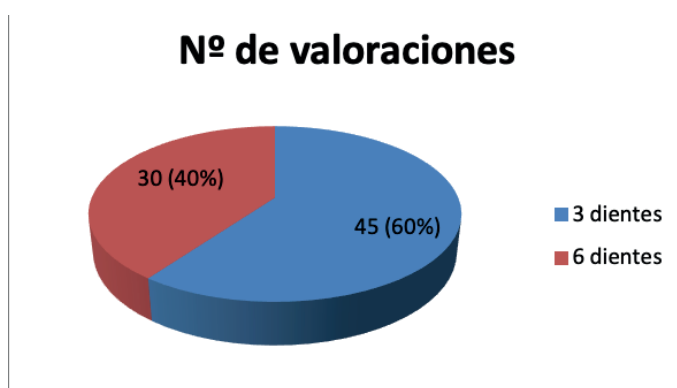


Figura 5. Distribución del número de mediciones que realiza cada participante

Por sexo, un 58,7 % de las mujeres realizaron 3 mediciones frente al 62,1 % de los hombres (Figura 6, Tabla 3). Tras calcular la odds ratio (OR) podemos concluir que la probabilidad de realizar 3 mediciones en lugar de 6 es 1,15 veces mayor para los hombres que para las mujeres, aunque no hay asociación estadísticamente significativa (IC95%: 0,44 – 2,99) y el p-valor asociado a la chi-cuadrado es 0,772. Esto quiere decir que existe homogeneidad entre los sexos y el número de valoraciones realizadas (3 y 6 dientes).

Para medir el grado de asociación calculamos el coeficiente Phi,  $\phi = -0,034$ , y el coeficiente V de Cramer,  $V = 0,034$ , que indican una asociación despreciable entre el número de valoraciones realizadas y el sexo. Ambos coeficientes tienen un p-valor asociado igual a 0,772, por lo que la escasa relación no es significativa.

Con el propósito de estudiar en qué grado el número de valoraciones viene explicado por el sexo, usamos las medidas asimétricas Lambda, Tau de Goodman y Kruskal y el coeficiente de incertidumbre. En nuestro caso, las tres medidas asimétricas toman valores prácticamente iguales a cero, lo que indica que en la muestra

el sexo no tiene capacidad para predecir el número de valoraciones que realiza el estudiante (3 o 6 dientes). La capacidad predictiva es nula ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 3. Distribución del número de valoraciones estratificado por sexo**

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Nº valoraciones	3 dientes	27	58,7	18	62,1	45	60,0
	6 dientes	19	41,3	11	37,9	30	40,0
Total		46	61,3	29	38,7	75	100,0

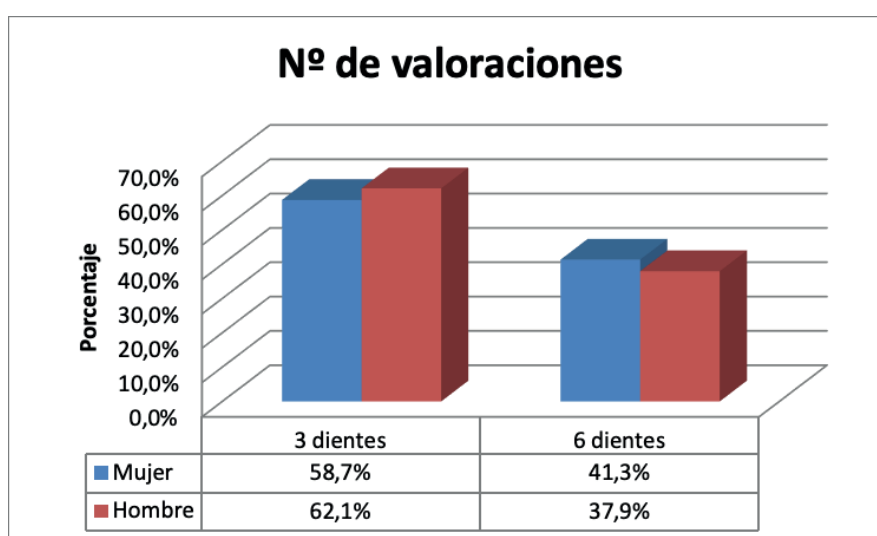


Figura 6. Distribución del número de valoraciones realizadas por sexo

### 7.1.3. Distribución por el número de valoraciones según el grupo

De los 45 participantes que realizaron 3 mediciones, el 80 % pertenecen al grupo de los sanos, el 13,3 % al de miopes y el resto son hipermétropes. De los 30 estudiantes que realizaron 6 mediciones, el 80 % tenían miopía y el 20 % restante, hipermetropía (Tabla 4).

**Tabla 4. Distribución de los grupos estratificado por el número de mediciones**

		3 dientes		6 dientes		Total	
		n	%	n	%	n	%
Grupo	Sanos	36	80,0	0	0,0	36	48,0
	Miopía	6	13,3	24	80,0	30	40,0
	Hipermetropía	3	6,7	6	20,0	9	12,0
Total		45	60,0	30	40,0	75	100,0

Al estudiar si los grupos son homogéneos en cuanto al número de mediciones, el estadístico chi-cuadrado de Pearson tiene asociado un p-valor menor que 0,0001, resultando ser significativo, es decir, que no existe homogeneidad por número de mediciones en los tres grupos considerados (sanos, miopes e hipermetrópicas). Este resultado es esperable, ya que ningún participante sano realiza 6 mediciones y es el grupo más numeroso.

Para medir el grado de asociación calculamos los coeficientes Phi y V de Cramer, cuyos valores son  $\phi = V = 0,789$ , que indican una asociación directa relativamente intensa entre el número de valoraciones realizadas y el grupo al que pertenece el estudiante. Ambos coeficientes tienen un p-valor asociado inferior a 0,05, por lo que la relación es estadísticamente significativa.

**Tabla 5. Medidas direccionales de asociación entre grupos y número de mediciones**

		Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Lambda	Simétrico	,652	,088	4,910	,000
	GRUPO dependiente	,615	,078	5,941	,000
	MEDICIONES dependiente	,700	,114	3,649	,000
Tau Goodman y Kruskal	GRUPO dependiente	,444	,084		,000 <sup>c</sup>
	MEDICIONES dependiente	,622	,088		,000 <sup>c</sup>
Coeficiente de incertidumbre	Simétrico	,482	,073	6,825	,000 <sup>d</sup>
	GRUPO dependiente	,407	,067	6,825	,000 <sup>d</sup>
	MEDICIONES dependiente	,589	,080	6,825	,000 <sup>d</sup>

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado

d. Probabilidad de chi-cuadrado de razón de verosimilitud.

En la Tabla 5 se muestran las medidas direccionales de asociación entre el grupo al que pertenece el estudiante y el número de valoraciones que realiza. Las tres medidas asimétricas: Lambda, Tau de Goodman y Kruskal y el coeficiente de incertidumbre indican que saber el número de mediciones que realiza el alumno tiene mayor capacidad para deducir a qué grupo pertenece el alumno que al contrario. En particular,  $\lambda_{\text{Mediciones/Grupo}} = 0,7$ , lo que significa que la reducción del error de predicción es del 70 %, es decir, que el error se ve reducido un 70 % al predecir el grupo, conocido el número de mediciones realizadas. Por su parte, el coeficiente tau de Goodman y Kruskal toma el valor  $\tau_{\text{Mediciones/Grupo}} = 0,622$ , lo que indica que la capacidad del número de mediciones para predecir el grupo es moderada-alta. Llegamos a las mismas conclusiones al observar el valor del coeficiente de incertidumbre,  $U_{\text{Mediciones/Grupo}} = 0,589$ . Así pues, el conocimiento de los valores de la variable *número de mediciones* permite reducir la incertidumbre en la predicción del

comportamiento de la variable *grupo* en un 58,9 %. Todas estas estimaciones son significativas para niveles de significación superiores a 0,001.

### 7.1.3.1. Distribución por el número de valoraciones según el grupo con alguna alteración visual

Si realizamos el análisis excluyendo a los sanos, aunque el número de mediciones es mayor en los miopes que en los hipermétropes (Tabla 6, Figura 7), al estudiar la homogeneidad del número de mediciones en los grupos con alteraciones visuales mediante el test exacto de Fisher obtenemos un p-valor igual a 0,406, por lo tanto, no observamos diferencias estadísticamente significativas en el número de mediciones entre miopes e hipermétropes, es decir, los grupos son homogéneos.

Tabla 6. Distribución de los grupos con alteración visual estratificada por el número de mediciones

		3 dientes		6 dientes		Total	
		n	%	n	%	n	%
Grupo	Miopía	6	66,7	24	80,0	30	76,9
	Hipermetropía	3	33,3	6	20,0	9	23,1
Total		9	60,0	30	40,0	39	100,0

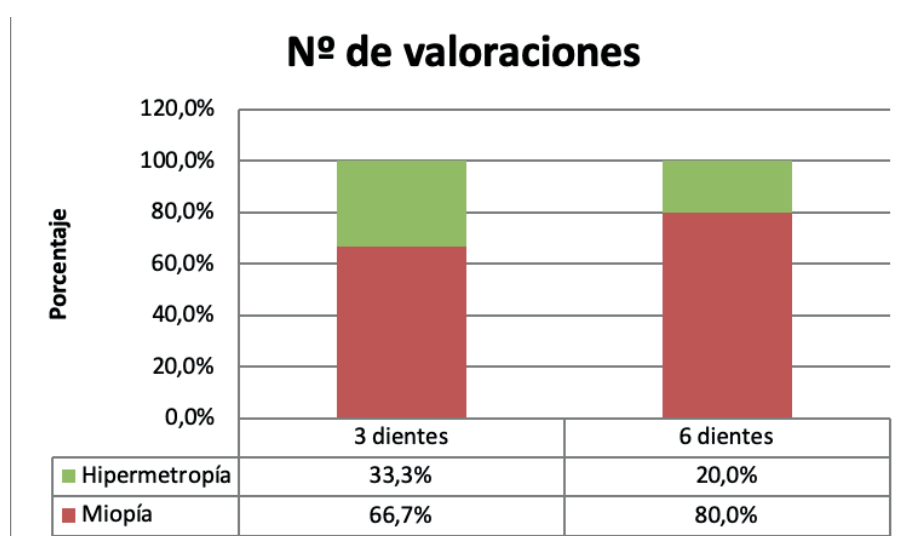


Figura 7. Distribución de los grupos con alteración visual estratificada por el número de mediciones

Al calcular los coeficientes Phi y V de Cramer,  $\phi = -0,133$  y  $V = 0,133$ , observamos que el grado de asociación entre el número de valoraciones realizadas y los grupos con patología visual es muy pequeño y no alcanza la significación estadística (p-valor = 0,405).

Las medidas direccionales toman valores cercanos a 0, no significativos, por lo que la capacidad predictiva en este caso es nula.

7.1.4. Distribución por sexo según la utilización de correctores visuales

De los 75 participantes, 30 (40 %) realizaron mediciones con algún tipo de corrector (gafas o lentillas), siendo las gafas el correctivo visual más utilizado (el 83,3 % de los casos) (Figura 8).

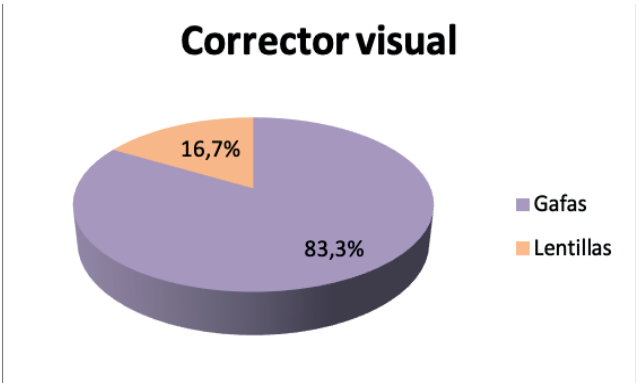


Figura 8. Distribución del tipo de corrector utilizado

La distribución por sexo según el tipo de corrector visual utilizado se recoge en la Tabla 7. De los 30 estudiantes que utilizaban algún corrector visual, el 63,3 % eran mujeres y el 36,7 % hombres. El 89,5 % de las mujeres utiliza gafas, mientras que los hombres lo hacen un 72,7 % (Figura 9).

Tabla 7. Descripción del corrector visual utilizado por los participantes según sexo

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Tipo de corrector	Gafas	17	89,5	8	72,7	25	83,3
	Lentillas	2	10,5	3	27,3	5	16,7
	Total	19	63,3	11	36,7	30	100,0

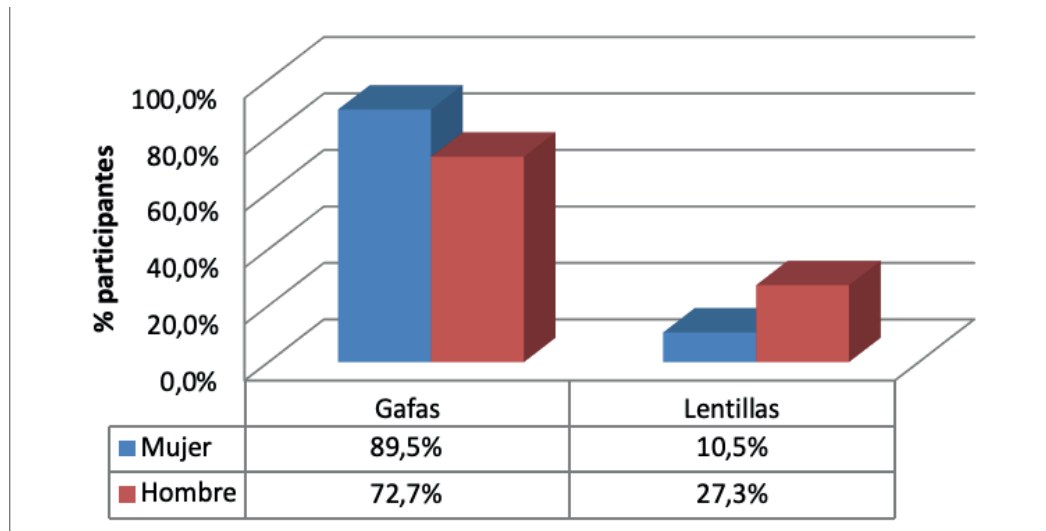


Figura 9. Distribución del corrector utilizado por sexo

Para medir el grado de asociación calculamos los coeficientes Phi y V de Cramer,  $\phi = V = 0,217$ , que indica cierto grado de asociación entre el tipo de corrector utilizado y el sexo, aunque es muy pequeño y no es estadísticamente significativo ( $p$ -valor = 0,236).

Las medidas direccionales en ambos sentidos toman valores cercanos a 0, no significativos, por lo que la capacidad predictiva en este caso es nula.

Entre los estudiantes que utilizan gafas, el 68 % son mujeres mientras que del total de participantes que utilizan lentillas, el 60 % corresponde a los hombres (Tabla 8, Figura 10).

Tabla 8. Descripción de los participantes por sexo según corrector visual utilizado

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Tipo de corrector	Gafas	17	68	8	32	25	83,3
	Lentillas	2	40	3	60	5	16,7
Total		19	63,3	11	36,7	30	100,0

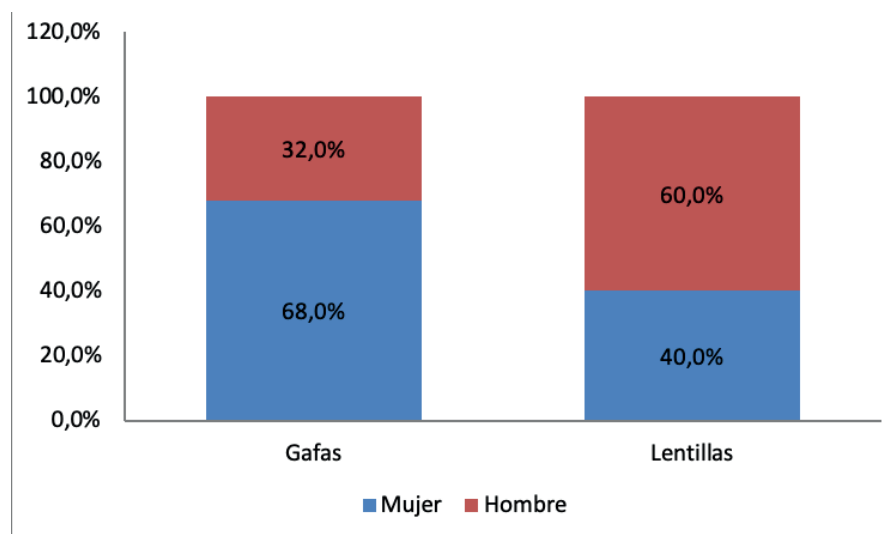


Figura 10. Distribución del sexo según el corrector utilizado

Para estudiar si el tipo de corrector utilizado es homogéneo en cuanto al sexo, utilizamos el estadístico chi-cuadrado corregido de Yates, que tiene asociado un p-valor igual a 0,498, resultando ser no significativo. Por lo tanto, con una seguridad del 95 % concluimos que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres a la hora de elegir el tipo de corrector visual.

#### 7.1.5. Distribución por grupo según la utilización de correctores visuales

En la Tabla 9 podemos observar que en la muestra hubo 36 sujetos sin patología ocular, los cuales realizaron las mediciones sin utilizar ningún tipo de corrector. De los 30 estudiantes que tenían miopía, 6 (20 %) realizaron mediciones sin hacer uso de gafas ni lentillas, 20 (66,7 %) evaluaron las propiedades del color tanto sin gafas como con ellas y 4 (13,3 %) midieron tanto sin lentillas como con lentillas. De los 9 estudiantes que tenían hipermetropía, 3 (33,3 %) realizaron mediciones sin hacer uso de gafas ni lentillas, 5 (55,6 %) valoraron las propiedades del color tanto sin gafas como con ellas y 1 (11,1 %) evaluó tanto sin lentillas como con lentillas (Figura 11).

Tabla 9. Distribución del uso de corrector estratificado por grupos

		Sanos		Miopía		Hipermetropía		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Uso de corrector	Ni gafas ni lentillas	36	100,0	6	20,0	3	33,3	45	60,0
	Sin corrector + gafas	0	0,0	20	66,7	5	55,6	25	33,3
	Sin corrector + lentillas	0	0,0	4	13,3	1	11,1	5	6,7
Total		36	48	30	40	9	12	75	100

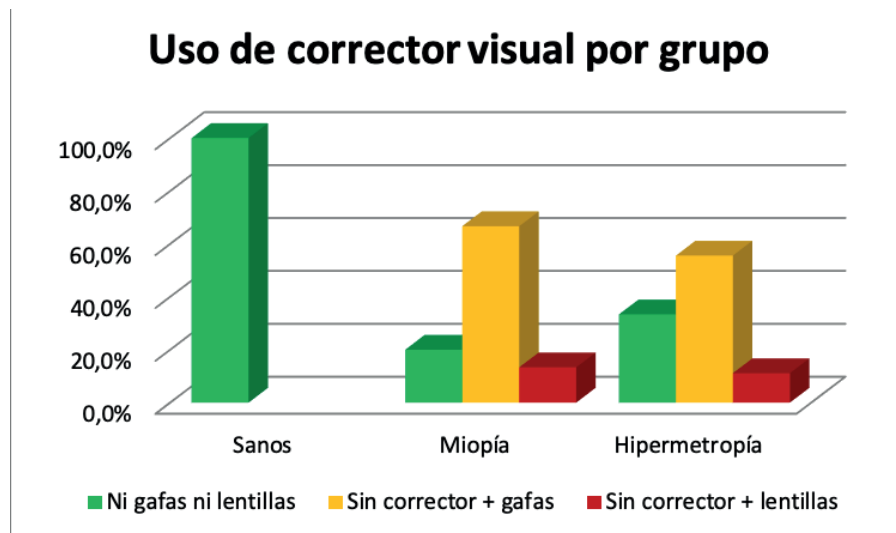


Figura 11. Distribución del uso del corrector utilizado por grupo

En la Figura 12 podemos observar que, de todos los participantes que realizaron mediciones sin corrector visual, el 80 % correspondía a sujetos sanos, el 13,3 % a individuos con miopía y el resto, 6,7 %, eran hipermétropes. Entre los que realizaron mediciones en primer lugar sin corrector y después con gafas, el 80 % tenían miopía y el 20 % hipermetropía. Las cifras fueron idénticas cuando las mediciones se hicieron en primer lugar sin corrector y después con lentillas.

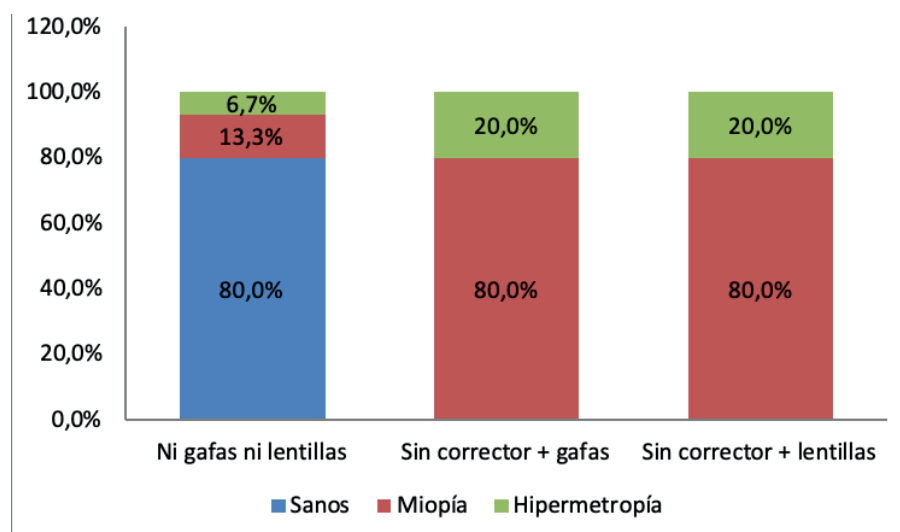


Figura 12. Distribución del grupo por uso de corrector visual

Para estudiar si la utilización de corrector es homogéneo en los grupos, utilizamos el método de la prueba exacta para calcular la significación estadística, ya que



el estadístico chi-cuadrado de Pearson no cumple las condiciones de aplicación, obteniéndose un p-valor inferior al 5 %, **por tanto, concluimos que hay diferencias estadísticamente significativas entre los participantes pertenecientes a cada grupo según el uso del corrector visual.**

Las medidas de asociación Phi y V de Cramer,  $\phi = 0,789$  y  $V = 0,558$ , indican cierto grado de asociación entre la utilización de corrector y el grupo al que pertenece el estudiante, siendo la relación moderada-alta y estadísticamente significativa (p-valor < 0,0001).

Las medidas direccionales se muestran en la Tabla 10. Las tres medidas asimétricas: Lambda, Tau de Goodman y Kruskal y el coeficiente de incertidumbre indican que el error se ve bastante reducido al predecir el uso de corrector visual conocido el grupo al que pertenece el estudiante, y viceversa: conocida la utilización de corrector visual el error al predecir el grupo del participante se reduce. En particular,  $\lambda_{\text{Uso corrector/Grupo}} = 0,533$ , lo que significa que la reducción del error de predicción del uso de corrector sabiendo de qué grupo es el estudiante es del 53,3 %, es decir, conocer el grupo mejora la predicción del uso de corrector visual. De forma análoga podemos interpretar  $\lambda_{\text{Grupo/Uso corrector}} = 0,615$ . Es decir, es algo más fácil deducir de qué grupo es el estudiante si se sabe la utilización de corrector que realiza, ya que se reduce el error un 61,5 %.

Con el propósito de estudiar en qué grado la utilización del corrector visual viene explicada por el grupo al que pertenece el estudiante, observamos los valores de las medidas de proporción de varianza explicada: coeficiente Tau de Goodman y Kruskal y coeficiente de incertidumbre. En nuestro caso, ambas medidas asimétricas tienen valores muy similares ( $\tau_{\text{Uso corrector/Grupo}} = 0,49$  y  $U_{\text{Uso corrector/Grupo}} = 0,465$  respectivamente), lo que indica que la utilización de corrector visual se predice mejor cuando se conoce a qué grupo pertenece el estudiante que cuando no se conoce. En la muestra el conocimiento del grupo reduce en casi un 50 % el error al pronosticar los valores del uso del corrector visual. En todos los casos encontramos que la asociación es estadísticamente significativa, es decir, la capacidad predictiva es significativamente distinta de cero (p < 0,005).

Tabla 10. Medidas direccionales de asociación entre grupos y tipo de corrector

		Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Lambda	Simétrico	,580	,090	4,568	,000
	USO DE CORRECTOR dependiente	,533	,133	2,893	,004
	GRUPO dependiente	,615	,078	5,941	,000
Tau Goodman y Kruskal	USO DE CORRECTOR dependiente	,490	,075		,000 <sup>c</sup>
	GRUPO dependiente	,444	,084		,000 <sup>c</sup>
Coeficiente de incertidumbre	Simétrico	,434	,065	6,825	,000 <sup>d</sup>
	USO DE CORRECTOR dependiente	,465	,066	6,825	,000 <sup>d</sup>
	GRUPO dependiente	,407	,067	6,825	,000 <sup>d</sup>

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado

d. Probabilidad de chi-cuadrado de razón de verosimilitud.

### 7.1.6. Distribución del uso de corrector estratificado por sexo

En la Tabla 11 se muestra la distribución del uso de corrector estratificado por sexo. No utilizaron ni gafas ni lentillas el 58,7 % de las mujeres frente al 62,1 % de los hombres; realizaron las tres primeras mediciones sin corrector y repitieron las valoraciones con gafas el 37 % de las mujeres y el 27,6 % de los varones; ejecutaron las tres primeras mediciones sin corrector y valoraron nuevamente las dimensiones del color con lentillas el 4,3 % de las mujeres y el 10,3 % de los varones. Mediante pruebas exactas de significación estadística obtenemos un p-valor igual a 0,515, lo que nos lleva a concluir que no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el uso de corrector entre hombres y mujeres.

Tabla 11. Distribución del uso de corrector estratificado por sexo

		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Uso de corrector	Ni gafas ni lentillas	27	58,7	18	62,1	45	60,0
	Sin corrector + gafas	17	37,0	8	27,6	25	33,3
	Sin corrector + lentillas	2	4,3	3	10,3	5	6,7
Total		46	100,0	29	100,0	75	100,0

### 7.1.7. Distribución del número de aciertos según las dimensiones del color

#### 7.1.7.1. Distribución del número de aciertos en la dimensión «valor»

El porcentaje de aciertos en la dimensión «valor» es elevado en todas las mediciones realizadas. El rango de variación es de 14,7 %, siendo el mínimo de un 73,3 % – alcanzado en la segunda medición –, y el máximo de un 88 % – logrado en la tercera prueba (Figura 13). Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se encuentra en un 81,7 % con una dispersión del 4,9 %. El porcentaje de aciertos más frecuente es un 80 % y un 83,3 %.

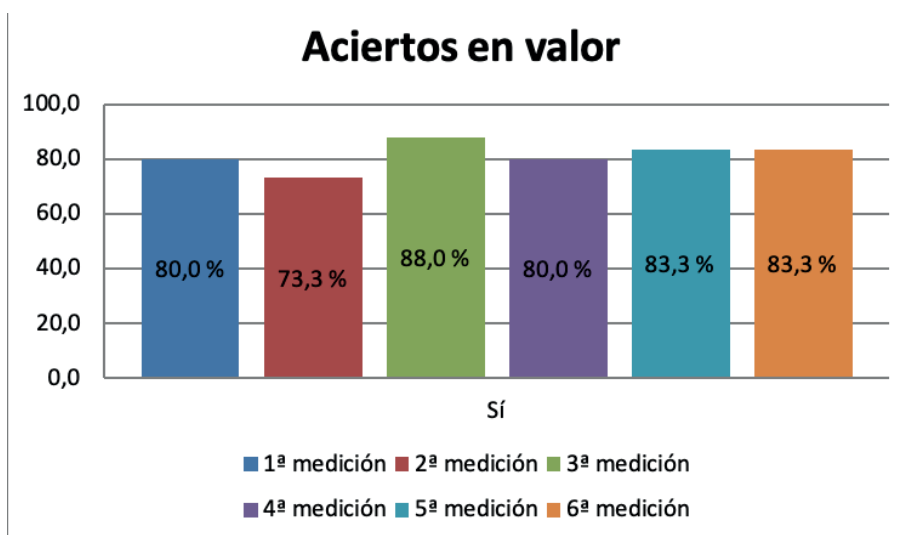


Figura 13. Distribución del número de aciertos para el valor en cada medición

#### 7.1.7.2. Distribución por sexo del número de aciertos en la dimensión «valor»

El porcentaje de aciertos en la dimensión «valor» es elevado tanto en hombres como en mujeres en todas las mediciones realizadas, salvo en la cuarta prueba en los varones (Tabla 12). En líneas generales, las mujeres presentan mejores resultados en la dimensión «valor» que los hombres. Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones de las mujeres se encuentra en un 82,7 % con una dispersión del 6,9 %, mientras que en los hombres, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se sitúa en un 79,1 % con una dispersión del 14,8 %. Los porcentajes mínimo y máximo de aciertos en las mujeres es mayor que en los hombres, (máximo: 94,7 % y mínimo: 76,1 % en mujeres frente a máximo: 90,9 % y mínimo: 54,5 % en los varones), habiendo una diferencia menor en las mujeres y por tanto, mayor ho-

mogeneidad. Sin embargo, el porcentaje de aciertos más frecuente es las mujeres es inferior al de los hombres (de un 78,9 % frente al 90,9 % en los varones).

**Tabla 12. Distribución del número de aciertos en la dimensión «valor» estratificado por sexo**

Acierto en la dimensión del color «valor»		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
1ª Medición	Sí	37	80,4	23	79,3	60	80,0
	No	9	19,6	6	20,7	15	20,0
2ª Medición	Sí	35	76,1	20	69,0	55	73,3
	No	11	23,9	9	31,0	20	26,7
3ª Medición	Sí	40	87,0	26	89,7	66	88,0
	No	6	13,0	3	10,3	9	12,0
4ª Medición	Sí	18	94,7	6	54,5	24	80,0
	No	1	5,3	5	45,5	6	20,0
5ª Medición	Sí	15	78,9	10	90,9	25	83,3
	No	4	21,1	1	9,1	5	16,7
6ª Medición	Sí	15	78,9	10	90,9	25	83,3
	No	4	21,1	1	9,1	5	16,7

En la Figura 14 puede verse representado el porcentaje de aciertos en la dimensión del color «valor», comparando hombres y mujeres en cada una de las 6 mediciones. Observando cada medición de manera individual, las mujeres obtienen mayor porcentaje de aciertos en el valor que los hombres en la primera, segunda y cuarta prueba, aunque las diferencias no son muy elevadas. En el resto de mediciones, los hombres obtienen mayor porcentaje de aciertos en el valor que las mujeres. No obstante, las diferencias entre hombres y mujeres solo son estadísticamente significativas en la cuarta medición ( $p$ -valor = 0,029 asociado al estadístico chi-cuadrado corregido de Yates).

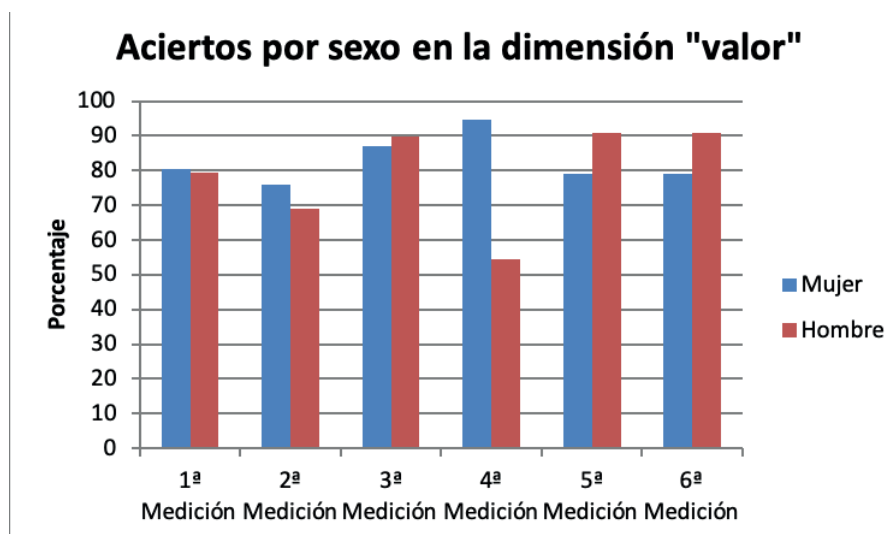


Figura 14. Distribución por sexo del número de aciertos para el valor en cada medición

Las medidas de asociación Phi y V de Cramer,  $\phi = 0,484$ , indican cierto grado de asociación entre el sexo y el acertar el «valor» en la cuarta medición, siendo la relación moderada y estadísticamente significativa ( $p\text{-valor} = 0,008$ ).

Con el propósito de estudiar en qué grado el acierto en el valor del color de la cuarta prueba viene explicada por el sexo, calculamos los valores de las medidas de proporción de varianza explicada: coeficiente Tau de Goodman y Kruskal y coeficiente de incertidumbre. En nuestro caso, ambas medidas asimétricas tienen el mismo valor ( $\tau_{\text{acierto/Sexo}} = U_{\text{acierto/Sexo}} = 0,234$ ), lo que indica que el acierto en el «valor» se predice mejor cuando se conoce el sexo del estudiante que cuando no se conoce. En la muestra el conocimiento del sexo reduce en un 23,4 % el error al pronosticar el acierto en la dimensión valor. La asociación es estadísticamente significativa, es decir, el sexo tiene cierta capacidad para predecir un acierto en la dimensión del color «valor» en la cuarta prueba ( $p < 0,008$ ).

### 7.1.7.3. Distribución del número de aciertos en la dimensión «tinte»

El porcentaje de aciertos en la dimensión «tinte» es moderado en todas las mediciones realizadas. El rango de variación es de 26,7 %, siendo el mínimo de un 50,0 % – alcanzado en la cuarta medición –, y el máximo de un 88 % – logrado en la última prueba (Figura 15). Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se encuentra en un 62,1 % con una dispersión del 10,8 %.

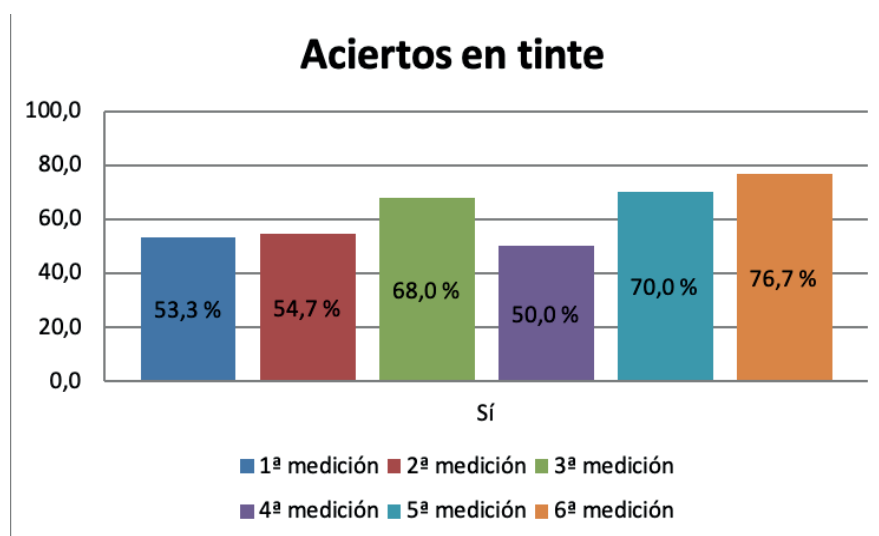


Figura 15. Distribución del número de aciertos para el tinte en cada medición

#### 7.1.7.4. Distribución por sexo del número de aciertos en la dimensión «tinte»

En la Tabla 13 se muestra la distribución del número de aciertos en la dimensión «tinte» estratificado por sexo en las 6 pruebas realizadas por los estudiantes. En todas las mediciones el número de aciertos es mayor que el de fallos, excepto en la cuarta prueba para las mujeres. En líneas generales, las mujeres presentan peores resultados en la dimensión «tinte» que los hombres. Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones de las mujeres se encuentra en un 60,4 % con una dispersión del 11 %, mientras que en los hombres, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se sitúa en un 65,1 % con una dispersión de 13,9 %. Los porcentajes mínimo y máximo de aciertos en las mujeres es menor que en los hombres, (máximo: 73,7 % y mínimo: 47,4 % en mujeres frente a máximo: 81,8 % y mínimo: 48,3 % en los varones), aunque la diferencia es menor en las mujeres y por tanto, presentan mayor homogeneidad. El porcentaje de aciertos más frecuente en los hombres es de un 62,1 %; en las mujeres todos los porcentajes son distintos.

**Tabla 13. Distribución del número de aciertos en la dimensión «tinte» estratificado por sexo**

Acierto en la dimensión del color «tinte»		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
1ª Medición	Sí	26	56,5	14	48,3	40	53,3
	No	20	43,5	15	51,7	35	46,7
2ª Medición	Sí	23	50,0	18	62,1	41	54,7
	No	23	50,0	11	37,9	34	45,3
3ª Medición	Sí	33	71,7	18	62,1	51	68,0
	No	13	28,3	11	37,9	24	32,0
4ª Medición	Sí	9	47,4	6	54,5	15	50,0
	No	10	52,6	5	45,5	15	50,0
5ª Medición	Sí	12	63,2	9	81,8	21	70,0
	No	7	36,8	2	18,2	9	30,0
6ª Medición	Sí	14	73,7	9	81,8	23	76,7
	No	5	26,3	2	18,2	7	23,3

En la Figura 16 puede verse representado el porcentaje de aciertos en la dimensión del color «tinte», comparando hombres y mujeres en cada una de las 6 mediciones. El porcentaje de aciertos en la dicha dimensión es moderado-alto tanto en hombres como en mujeres en todas las mediciones realizadas, siendo la cuarta prueba la que obtiene peores resultados. Observando cada medición de manera individual, las mujeres obtienen mayor número de aciertos en el tinte que los hombres en la primera y tercera prueba, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. En el resto de mediciones, los hombres obtienen mayor porcentaje de aciertos en el tinte que las mujeres. No obstante, las diferencias entre hombres y mujeres no son estadísticamente significativas en ninguna de las mediciones (p-valor > 0,05).

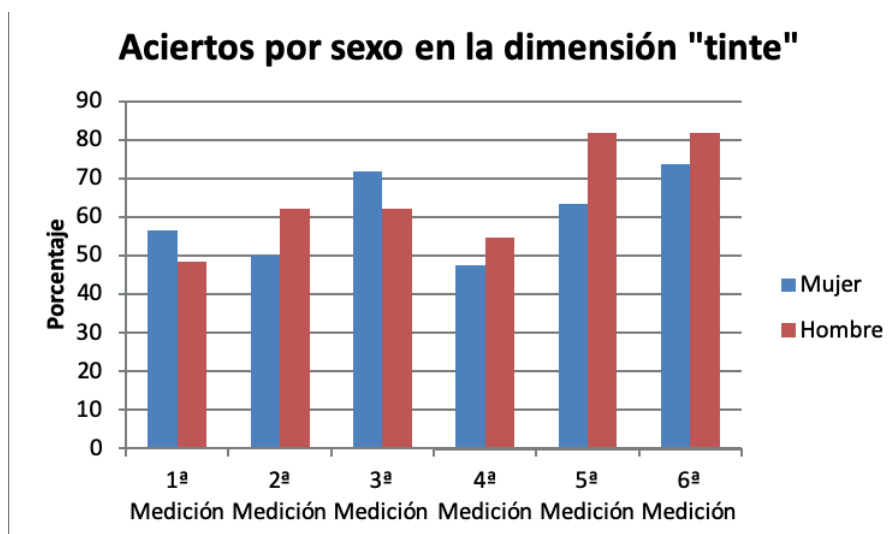


Figura 16. Distribución por sexo del número de aciertos para el tinte en cada medición

#### 7.1.7.5. Distribución del número de aciertos en la dimensión «intensidad»

El porcentaje de aciertos en la dimensión «intensidad» es moderado en todas las mediciones realizadas. El rango de variación es de 16,7 %, siendo el mínimo de un 53,3 % – alcanzado en la segunda medición –, y el máximo de un 70 % – logrado en las pruebas quinta y sexta (Figura 17). Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se encuentra en un 63,3 % con una dispersión del 7,4 %. El porcentaje de aciertos más frecuente es un 70 %.

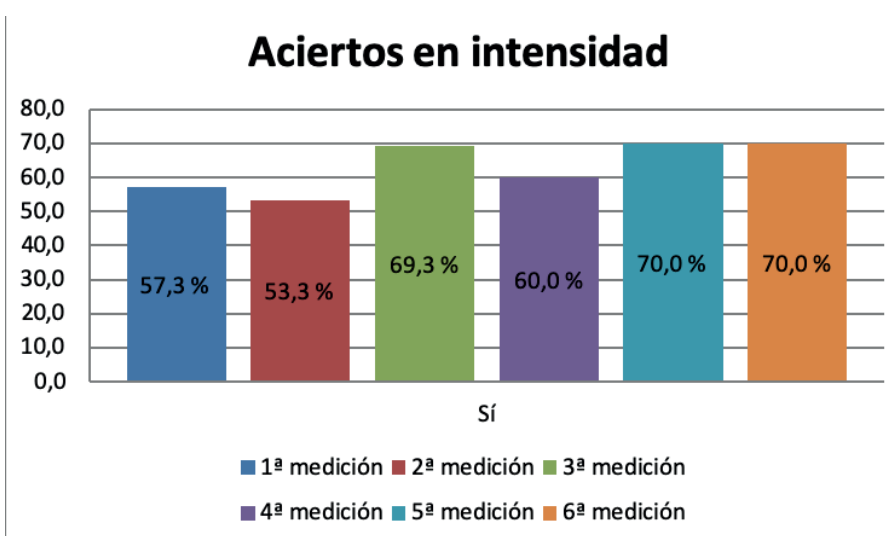


Figura 17. Distribución del número de aciertos para la intensidad en cada medición



#### 7.1.7.6. Distribución por sexo del número de aciertos en la dimensión «intensidad»

En la Tabla 14 se muestra la distribución del número de aciertos en la dimensión «intensidad» estratificado por sexo en las 6 pruebas realizadas por los estudiantes. En todas las mediciones el número de aciertos es mayor que el de fallos, excepto en la segunda prueba para las mujeres. En líneas generales, las mujeres presentan peores resultados en la dimensión «intensidad» que los hombres. Por término medio, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones de las mujeres se encuentra en un 61,8 % con una dispersión del 9,2 %, mientras que en los hombres, el porcentaje de aciertos en las 6 mediciones se sitúa en un 65,9 % con una dispersión de 15,2 %. Los porcentajes mínimo y máximo de aciertos en las mujeres es menor que en los hombres, (máximo: 71,7 % y mínimo: 47,8 % en mujeres frente a máximo: 90,9 % y mínimo: 45,5 % en los varones), aunque la diferencia es bastante menor en las mujeres y por tanto, presentan mayor homogeneidad. El porcentaje de aciertos más frecuente en los hombres es de un 65,9 % mientras que en las mujeres es de un 61,8 %.

**Tabla 14. Distribución del número de aciertos en la dimensión «intensidad» estratificado por sexo**

Acierto en la dimensión del color «intensidad»		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
1ª Medición	Sí	26	56,5	17	58,6	43	57,3
	No	20	43,5	12	41,4	32	42,7
2ª Medición	Sí	22	47,8	18	62,1	40	53,3
	No	24	52,2	11	37,9	35	46,7
3ª Medición	Sí	33	71,7	19	65,5	52	69,3
	No	13	28,3	10	34,5	23	30,7
4ª Medición	Sí	13	68,4	5	45,5	18	60,0
	No	6	31,6	6	54,5	12	40,0
5ª Medición	Sí	13	68,4	8	72,7	21	70,0
	No	6	31,6	3	27,3	9	30,0
6ª Medición	Sí	11	57,9	10	90,9	21	70,0
	No	8	42,1	1	9,1	9	30,0

En la Figura 18 puede verse representado el porcentaje de aciertos en la dimensión del color «intensidad», comparando hombres y mujeres en cada una de las 6 mediciones. Observando cada medición de manera individual, las mujeres obtienen mayor porcentaje de aciertos en la intensidad que los hombres en la pruebas tercera y cuarta, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). En el resto de mediciones, los hombres obtienen mayor porcentaje de aciertos en la intensidad que las mujeres, en particular, en la sexta medición la diferencia porcentual es de un 33 %. No obstante, las diferencias entre hombres y mujeres no alcanzan la significación estadística.

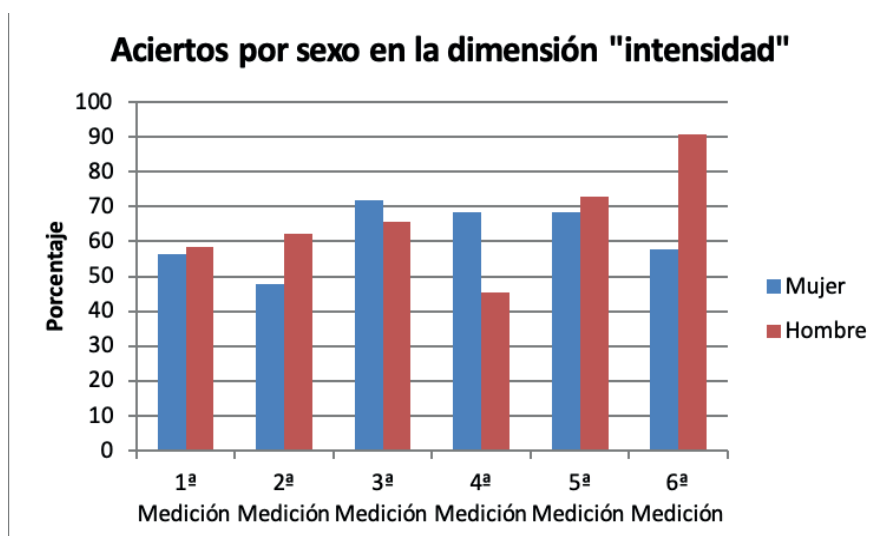


Figura 18. Distribución por sexo del número de aciertos para el intensidad en cada medición

Los coeficientes Phi y V de Cramer son medidas de asociación que nos permiten medir la fuerza de la relación entre el sexo y el acierto en la intensidad del color. En este último caso  $\phi = -0,347$  y  $V = 0,037$ , indicando un grado de relación inversa pequeño que además no es estadísticamente significativo ( $p = 0,1$ ). Por su parte, los valores de las medidas asimétricas Lambda, Tau de Goodman y Kruskal y el coeficiente de incertidumbre son muy pequeños y tampoco alcanzan la significación estadística.

#### 7.1.8. Distribución por sexo de la puntuación obtenida en cada prueba

El acierto en cada una de las dimensiones del color (valor, tinte, intensidad) suma un punto, por lo que en cada prueba se puede obtener una puntuación que oscila entre 0 y 3 puntos. Las distribuciones de las puntuaciones de las pruebas tercera, quinta y sexta son asimétricas a la izquierda, es decir, los estudiantes tienden a tener las puntuaciones más altas. Al menos el 50 % de los estudiantes obtienen 2 o más puntos en cada una de las mediciones (Tabla 15). En las 6 pruebas la puntuación más frecuente es 3, es decir, los participantes aciertan las tres dimensiones del color entre un 42,7 % y un 63,3 % de las veces que realizan una de las pruebas. La siguiente puntuación obtenida más frecuente es 1 (entre un 18,7 % y un 28,0 % de las veces). La puntuación menos obtenida es 0, es decir, los estudiantes no aciertan ninguna dimensión del color entre un 6,7 % y un 17,3 % de las veces que realizan una comprobación (Figura 19).

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición

1ª		Medición					
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
N	Válido	75	75	75	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	45	45	45
Media		1,91	1,81	2,25	1,90	2,23	2,30
Mediana		2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00
Moda		3	3	3	3	3	3
Desviación estándar		1,093	1,171	1,067	1,125	1,104	1,022
Asimetría		-0,385	-0,301	-1,009	-0,414	-0,991	-1,075
Error estándar de asimetría		0,277	0,277	0,277	0,427	0,427	0,427
Curtosis		-1,287	-1,464	-0,525	-1,313	-0,625	-0,318
Error estándar de curtosis		0,548	,548	,548	,833	,833	,833
Rango		3	3	3	3	3	3
Mínimo		0	0	0	0	0	0
Máximo		3	3	3	3	3	3
Percentiles	25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	50	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00
	75	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

a. Existen múltiples modas. Se muestra el valor más pequeño.

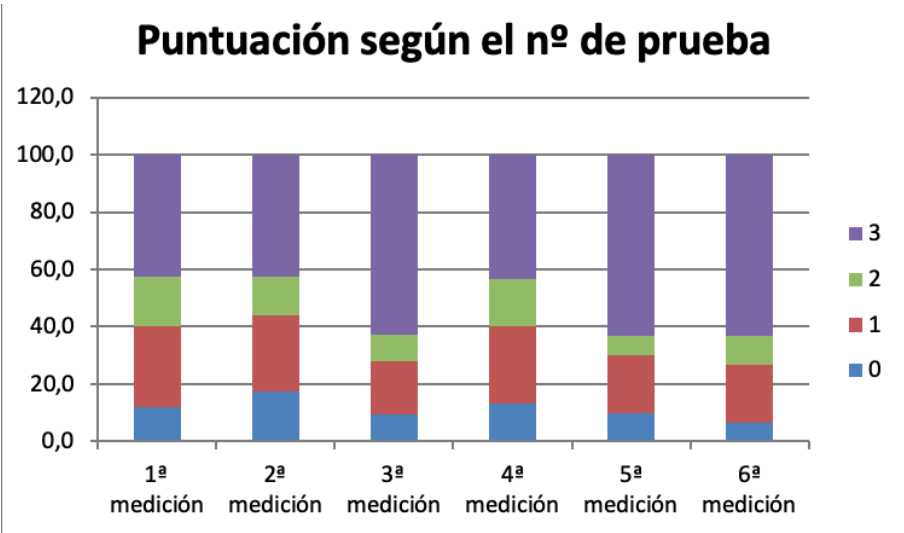


Figura 19. Distribución de las puntuaciones obtenidas en cada prueba

Puesto que las pruebas van emparejadas, es decir, el diente analizado en la primera prueba es el mismo que en la cuarta, el chequeado en la segunda también lo fue en la quinta, y el observado en la tercera lo fue en la sexta prueba, en la Tabla

16 se muestran las medidas ordinal por ordinal simétricas de asociación por pares de mediciones. También analizamos si existe concordancia entre sus puntuaciones. Para ello calculamos el coeficiente Kappa.

Entre las puntuaciones obtenidas en la primera y cuarta medición encontramos una relación positiva moderada estadísticamente significativa al 95 % de confianza, es decir, a medida que aumenta la puntuación en la primera medición aumenta también la probabilidad de tener valores altos en la puntuación de la cuarta medición. Obsérvese que todas las medidas de asociación:  $d$  de Somers ( $d$ ), Tau-b de Kendall ( $\tau_b$ ), Tau-c de Kendall ( $\tau_c$ ), Gamma ( $\gamma$ ) y coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) – cuyo rango de variación es  $[-1, 1]$  –, toman valores entre 0,412 y 0,554, y el p-valor asociado es menor que 0,05. El grado de acuerdo, medido con el índice Kappa ( $\kappa = 0,442$ ), indica que los estudiantes concuerdan moderadamente en las puntuaciones que obtienen al valorar el mismo diente con y sin corrector visual, resultando la concordancia estadísticamente significativa (p-valor  $< 0,0001$ ).

Resultados análogos se consiguen al comparar la segunda y quinta medición, aunque son algo mejores que la comparación anterior.

Los mejores resultados se obtienen al comparar la tercera con la sexta medición. Obsérvese que las medidas de asociación antes indicadas oscilan entre los valores de  $\tau_c = 0,477$  y  $\gamma = 0,801$ , y el p-valor asociado es menor que 0,0001 en todos los casos. El grado de acuerdo, medido con el índice Kappa ( $\kappa = 0,633$ ), indica una concordancia importante y estadísticamente significativa en las puntuaciones obtenidas por los estudiantes al valorar el mismo diente con y sin corrector visual (p-valor  $< 0,0001$ ).

**Tabla 16. Medidas simétricas de asociación entre pares de mediciones**

			Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
1ª – 4ª medición	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,437	,164	2,646	,008
		Tau-b de Kendall	,437	,164	2,646	,008
		Tau-c de Kendall	,412	,156	2,646	,008
		Gamma	,554	,191	2,646	,008
		Correlación de Spearman	,464	,179	2,773	,010 <sup>c</sup>
	Intervalo por intervalo	R de Pearson	,456	,181	2,710	,011 <sup>c</sup>
	Medida de acuerdo	Kappa	,442	,119	4,141	,000
	N de casos válidos		30			
2ª – 5ª medición	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,563	,138	3,548	,000
		Tau-b de Kendall	,565	,139	3,548	,000
		Tau-c de Kendall	,497	,140	3,548	,000
		Gamma	,788	,136	3,548	,000
		Correlación de Spearman	,593	,143	3,898	,001 <sup>c</sup>
	Intervalo por intervalo	R de Pearson	,593	,133	3,893	,001 <sup>c</sup>
	Medida de acuerdo	Kappa	,460	,125	3,875	,000
	N de casos válidos		30			
3ª – 6ª medición	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,657	,132	4,228	,000
		Tau-b de Kendall	,657	,132	4,228	,000
		Tau-c de Kendall	,477	,113	4,228	,000
		Gamma	,801	,116	4,228	,000
		Correlación de Spearman	,712	,133	5,364	,000 <sup>c</sup>
	Intervalo por intervalo	R de Pearson	,670	,155	4,775	,000 <sup>c</sup>
	Medida de acuerdo	Kappa	,633	,124	5,108	,000
	N de casos válidos		30			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Además, podemos comparar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias emparejadas mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas y/o la prueba Wilcoxon de los rangos con signo. En la Tabla 17 vemos que las mayores diferencias entre las puntuaciones se obtienen entre el par 2ª y 5ª mediciones, es decir, cuando el estudiante compara la segunda pieza dental sin y con corrector, siendo mejores los resultados cuando utiliza el corrector. Las diferencias entre estas mediciones son estadísticamente significativas

( $p < 0,05$ ). Los resultados en el resto de las comparaciones no merecen mención dado que las diferencias son mínimas y pueden atribuirse al azar.

**Tabla 17. Prueba de muestras emparejadas para puntuación medias obtenida por pares de mediciones**

Prueba t de Student		Diferencias emparejadas				t	gl	p-valor	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Intervalo de confianza de la diferencia de 95%				
					Inferior				Superior
Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	-,067	1,202	,219	-,515	,382	-,304	29	,763
Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-,500	1,075	,196	-,901	-,099	-2,548	29	,016
Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	,000	,830	,152	-,310	,310	,000	29	1,000

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		Z	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	-,241ª	,810	,871	,436	,015
Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-2,228ª	,026	,025	,013	,006
Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	-,106ª	,915	,938	,469	,047

a. Se basa en rangos negativos.

b. Se basa en rangos positivos.

Si desagregamos por sexo, los resultados se muestran en la Tabla 18, Tabla 19 y Figura 20. En todas las mediciones se obtienen mayoritariamente 3 puntos. Las mujeres presentan mejores resultados en las mediciones primera, tercera y cuarta; los hombres en las restantes. No obstante, tras utilizar las pruebas de hipótesis adecuadas, concluimos que las diferencias entre sexos se deben al azar.

Aprovechando la naturaleza ordinal de la variable puntuación, obtenemos el coeficiente de correlación de Spearman y su significación estadística en cada una de las mediciones. El mayor grado de asociación aparece en la cuarta prueba, siendo  $\rho = -0,224$  (rho), que indica cierta relación negativa entre la puntuación en dicho test y el sexo, aunque no resulta estadísticamente significativa ( $p = 0,234$ ). En el resto de pruebas la asociación es menor y también se explica por el azar.

**Tabla 18. Distribución de la puntuación obtenida en cada prueba estratificada por sexo**

Puntuación obtenida		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
1ª Medición	0 puntos	5	10,9	4	13,8	9	12,0
	1 punto	14	30,4	7	24,1	21	28,0
	2 puntos	6	13,0	7	24,1	13	17,3
	3 puntos	21	45,7	11	37,9	32	42,7
2ª Medición	0 puntos	9	19,6	4	13,8	13	17,3
	1 punto	13	28,3	7	24,1	20	26,7
	2 puntos	5	10,9	5	17,2	10	13,3
	3 puntos	19	41,3	13	44,8	32	42,7
3ª Medición	0 puntos	5	10,9	2	6,9	7	9,3
	1 punto	7	15,2	7	24,1	14	18,7
	2 puntos	3	6,5	4	13,8	7	9,3
	3 puntos	31	67,4	16	55,2	47	62,7
4ª Medición	0 puntos	1	5,3	3	27,3	4	13,3
	1 punto	5	26,3	3	27,3	8	26,7
	2 puntos	4	21,1	1	9,1	5	16,7
	3 puntos	9	47,4	4	36,4	13	43,3
5ª Medición	0 puntos	3	15,8	0	0,0	3	10,0
	1 punto	3	15,8	3	27,3	6	20,0
	2 puntos	2	10,5	0	0,0	2	6,7
	3 puntos	11	57,9	8	72,7	19	63,3
6ª Medición	0 puntos	2	10,5	0	0,0	2	6,7
	1 punto	5	26,3	1	9,1	6	20,0
	2 puntos	1	5,3	2	18,2	3	10,0
	3 puntos	11	57,9	8	72,7	19	63,3

**Tabla 19. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición estratificada por sexo**

		Medición											
		1ª		2ª		3ª		4ª		5ª		6ª	
		M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
N	Válido	46	29	46	29	46	29	19	11	19	11	19	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	27	18	27	18	27	18
	Media	1,93	1,86	1,74	1,93	2,30	2,17	2,11	1,55	2,11	2,45	2,11	2,64
	Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Moda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Desviación estándar	1,10	1,09	1,20	1,13	1,09	1,04	,99	1,29	1,20	,93	1,15	,67
	Asimetría	-0,39	-0,41	-0,19	-0,49	-1,18	-0,78	-0,61	0,05	-0,86	-1,19	-0,72	-1,80
	Error estándar de asimetría	0,35	0,43	0,35	0,43	0,35	0,43	0,52	0,66	0,52	0,66	0,52	0,66
	Curtosis	-1,37	-1,17	-1,57	-1,25	-0,21	-0,86	-0,96	-1,85	-0,91	-0,76	-1,18	2,61
	Error estándar de curtosis	0,69	0,85	0,69	0,85	0,69	0,85	1,01	1,28	1,01	1,28	1,01	1,28
	Rango	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
	Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Máximo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

M: Mujer; H: hombre

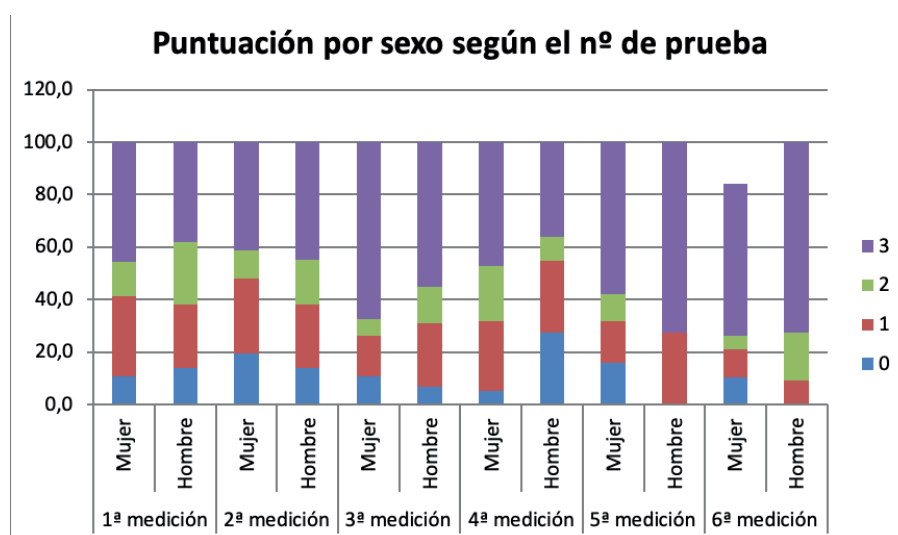


Figura 20. Distribución de las puntuaciones obtenidas en cada prueba por sexo

Como hicimos anteriormente, analizaremos la relación entre las pruebas emparejadas por sexo y la concordancia, aunque sólo mostraremos algunas medidas de asociación ordinal por ordinal simétricas (Tabla 20).



Entre las puntuaciones obtenidas en la primera y cuarta medición encontramos una relación positiva moderada tanto en mujeres como en hombres, aunque solo en ellas la asociación es estadísticamente significativa al 95 % de confianza. Obsérvese que las medidas de asociación Gamma ( $\gamma$ ) y coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ), toman valores entre 0,446 y 0,529, es decir, puntuaciones bajas en la primera medición tienden a ocurrir con puntuaciones bajas en la cuarta medición y puntuaciones altas en la primera prueba con valores altos en la cuarta prueba. El grado de acuerdo, medido con el índice Kappa ( $\kappa = 0,468$  en mujeres y  $\kappa = 0,389$  en varones), indica que los estudiantes concuerdan moderadamente en las puntuaciones que obtienen al valorar el mismo diente con y sin corrector visual, resultando la concordancia estadísticamente significativa en ambos sexos ( $p$ -valor  $< 0,05$ ).

Mejores resultados se consiguen al comparar la segunda y quinta mediciones en la mujeres, mientras que en los hombres se reduce el grado de relación. El coeficiente  $\gamma = 0,885$  en las mujeres, indica una fuerte relación que además resulta estadísticamente significativa ( $p < 0,0001$ ). En los hombres el grado de asociación es menor aunque moderado,  $\gamma = 0,429$ , pero no es estadísticamente significativo ( $p = 0,247$ ). No obstante el grado de concordancia es mayor en los hombres ( $\kappa = 0,522$ ) que en las mujeres ( $\kappa = 0,427$ ), siendo ambos resultados estadísticamente significativos.

Los mejores resultados se obtienen al comparar la tercera con la sexta medición, tanto en hombres como en mujeres. Obsérvese que las medidas de asociación antes indicadas oscilan entre los valores  $\rho = 0,608$  de los varones y  $\gamma = 0,902$  en las mujeres, con  $p$ -valores asociados menores que 0,05 en todos los casos. El grado de acuerdo indica una concordancia importante en las puntuaciones obtenidas por los estudiantes al valorar el mismo diente con y sin corrector visual en ambos sexos ( $\kappa = 0,708$  en las mujeres y  $\kappa = 0,507$  en los hombres), y es estadísticamente significativa ( $p$ -valor  $< 0,008$ ).

Por otro lado, podemos comparar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias emparejadas en cada sexo. Para ello utilizamos la prueba  $t$  de Student para muestras relacionadas y/o la prueba Wilcoxon de los rangos con signo. En la Tabla 21 vemos que las mayores diferencias entre las puntuaciones medias se obtienen entre el par 2ª y 5ª mediciones tanto en mujeres como en hombres, es decir, cuando el estudiante compara la segunda pieza dental sin y con corrector obtiene mejores resultados cuando utiliza el corrector. En este caso, las diferencias entre los distintos pares de mediciones no son estadísticamente significativas, ni en hombres ni en mujeres, por lo que las diferencias pueden atribuirse al azar.

Tabla 20. Medidas simétricas de asociación entre pares de mediciones por sexo

				Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
1 <sup>a</sup> – 4 <sup>a</sup> medición	Mujer	Ordinal por ordinal	Gamma	,529	,242	2,068	,039
			Correlación de Spearman	,463	,237	2,154	,046c
		Medida de acuerdo	Kappa	,468	,143	3,359	,001
		N de casos válidos		19			
	Hombre	Ordinal por ordinal	Gamma	,529	,310	1,566	,117
			Correlación de Spearman	,446	,297	1,493	,170c
		Medida de acuerdo	Kappa	,389	,195	2,347	,019
		N de casos válidos		11			
2 <sup>a</sup> – 5 <sup>a</sup> medición	Mujer	Ordinal por ordinal	Gamma	,885	,119	3,941	,000
			Correlación de Spearman	,737	,143	4,502	,000c
		Medida de acuerdo	Kappa	,427	,152	2,984	,003
		N de casos válidos		19			
	Hombre	Ordinal por ordinal	Gamma	,429	,341	1,157	,247
			Correlación de Spearman	,313	,268	,990	,348c
		Medida de acuerdo	Kappa	,522	,196	2,462	,014
		N de casos válidos		11			
3 <sup>a</sup> – 6 <sup>a</sup> medición	Mujer	Ordinal por ordinal	Gamma	,902	,085	4,888	,000
			Correlación de Spearman	,847	,077	6,574	,000c
		Medida de acuerdo	Kappa	,708	,141	4,399	,000
		N de casos válidos		19			
	Hombre	Ordinal por ordinal	Gamma	,750	,233	2,149	,032
			Correlación de Spearman	,608	,234	2,295	,047c
		Medida de acuerdo	Kappa	,507	,206	2,646	,008
		N de casos válidos		11			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

**Tabla 21. Prueba de muestras emparejadas para puntuación media obtenida por pares de mediciones en cada sexo**

Prueba t de Student			Diferencias emparejadas				t	gl	p-valor	
			Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Intervalo de confianza de la diferencia de 95%				
						Inferior				Superior
M	Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	-,211	1,182	,271	-,780	,359	-,776	18	,448
	Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-,368	,955	,219	-,829	,92	-1,681	18	,110
	Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	,263	,653	,150	-,052	,578	1,756	18	,096
H	Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	,182	1,250	,377	-,658	10,022	,482	10	,640
	Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-,727	1,272	,384	-1,582	,127	-1,896	10	,087
	Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	-,455	,934	,282	-1,082	,173	-1,614	10	,138

	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		Z	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
M	Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	-,690 <sup>a</sup>	,490	,578	,289	,55
	Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-1,474 <sup>a</sup>	,140	,172	,086	,031
	Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	-1,633 <sup>b</sup>	,102	,250	,125	,125
H	Par 1	Puntuación 1ª - 4ª medición	-,412 <sup>b</sup>	,680	,813	,406	,125
	Par 2	Puntuación 2ª - 5ª medición	-1,633 <sup>a</sup>	,102	,250	,125	,125
	Par 3	Puntuación 3ª - 6ª medición	-1,633 <sup>a</sup>	,102	,250	,125	,125

M: Mujer; H: Hombre

a. Se basa en rangos negativos.

b. Se basa en rangos positivos.

### 7.1.9. Distribución por sexo de la puntuación global obtenida por cada observador

Como mencionamos en el apartado anterior, el acierto en cada una de las dimensiones del color (valor, tinte, intensidad) suma un punto, por lo que en cada prueba se puede obtener una puntuación que oscila entre 0 y 3 puntos. Además, cada observador realiza la valoración de 3 piezas dentales sin corrector, por lo que la puntuación de cada individuo puede oscilar entre 0 y 9 puntos. De forma análoga se obtiene la puntuación en las pruebas en las que se hace uso de un corrector visual.

En la Figura 21 podemos comparar el porcentaje de individuos que han tenido cada una de las posibles puntuaciones, tanto si no utilizaron correctores visuales (en las 3 primeras comprobaciones) como si hicieron uso de los mismos (en las 3 comprobaciones siguientes, si tenían alguna patología ocular de las consideradas).

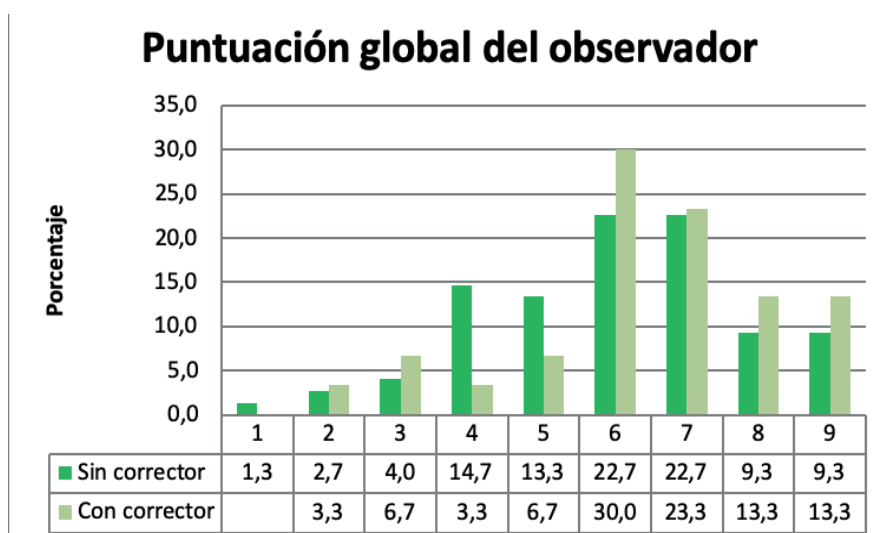


Figura 21. Distribución de las puntuaciones obtenidas por el observador

Más de la mitad de los participantes obtuvieron puntuaciones altas (por encima de 6 puntos). La mayoría de los participantes obtuvieron una puntuación igual a 6, seguida de los que consiguieron 7 puntos. La puntuación media sin corrector fue de 5,97 puntos (desviación típica  $s = 1,823$  puntos); la puntuación media con corrector fue de 6,43 puntos ( $s = 1,794$ ) (Tabla 22). La diferencia fue de -0,567 puntos (IC95 %: -1,092, -0,041), por lo que se consiguieron mejores puntuaciones haciendo uso de los correctores visuales, siendo las diferencias estadísticamente significativas (el estadístico de Wilcoxon de los rangos con signo tiene un p-valor asociado igual a  $p = 0,032$ ).

La puntuación global de las tres primeras mediciones presenta mayor dispersión que la puntuación global de las mediciones con corrector visual. La distribución de

las puntuaciones globales presenta cierto grado de asimétrica a la izquierda en ambos casos (Figura 22).

**Tabla 22. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales de los estudiantes según el uso de corrector visual**

		Puntuaciones globales sin corrector visual	Puntuaciones globales con corrector visual
N	Válido	75	30
	Perdidos	0	45
Media		5,97	6,43
Mediana		6,00	6,50
Moda		6 <sup>a</sup>	6
Desviación estándar		1,823	1,794
Asimetría		-0,344	-0,670
Error estándar de asimetría		0,277	0,427
Curtosis		-0,147	0,372
Error estándar de curtosis		0,548	0,833
Rango		8	7
Mínimo		1	2
Máximo		9	9
Percentiles	25	5,00	6,00
	50	6,00	6,50
	75	7,00	8,00

a. Existen múltiples modas. Se muestra el valor más pequeño.

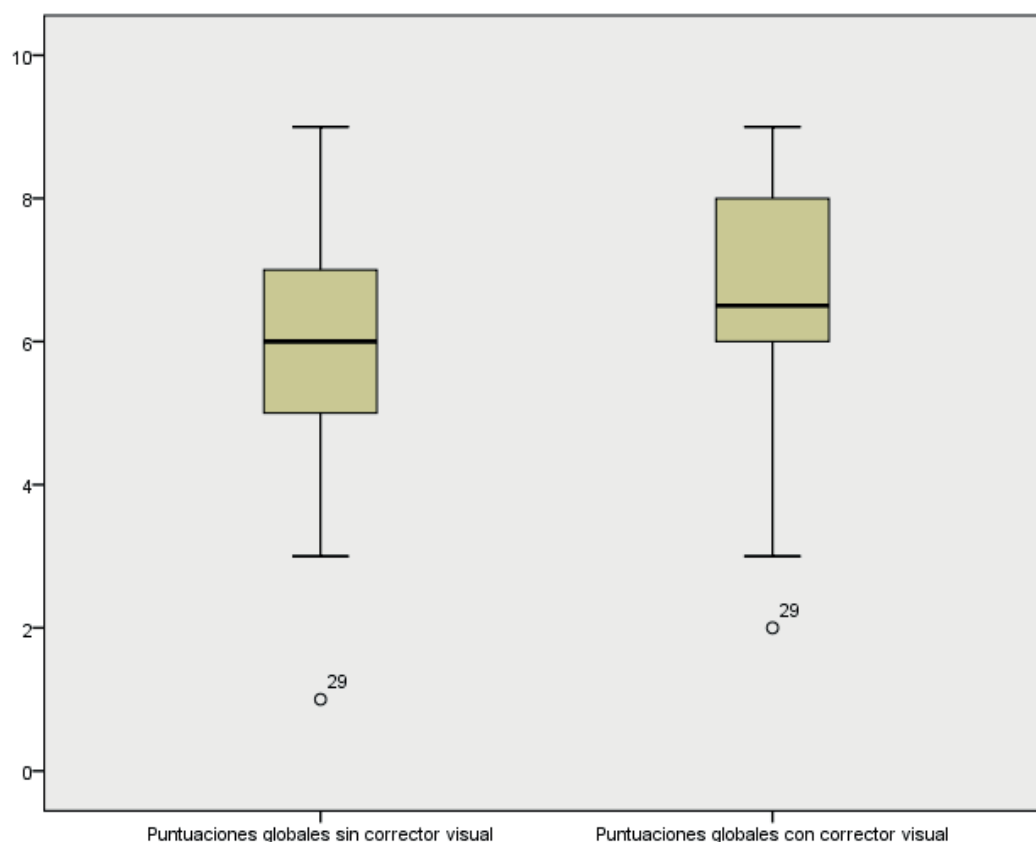


Figura 22. Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por el observador según uso de corrector visual

Puesto que las piezas dentales en las 3 primeras pruebas son las mismas que las chequeadas con los correctores visuales en las 3 pruebas siguientes, en la Tabla 23 mostramos las medidas simétricas ordinal por ordinal de asociación. También analizamos si existe concordancia entre las puntuaciones globales antes y después de usar corrector visual.

Obsérvese que todas las medidas de asociación mostradas ( $d$  de Somers ( $d$ ), Tau-b de Kendall ( $\tau_b$ ), Tau-c de Kendall ( $\tau_c$ ), Gamma ( $\gamma$ ) y coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) – cuyo rango de variación es  $[-1, 1]$  –, oscilan entre los valores de  $\tau_c = 0,528$  y  $\gamma = 0,662$ , y el p-valor asociado es menor que 0,0001 en todos los casos. Esto indica que, con una confianza del 95 %, encontramos una relación positiva moderada, es decir, a medida que aumenta la puntuación global de las mediciones sin corrector visual aumenta también la probabilidad de tener valores altos en la puntuación global de las mediciones sin corrector visual.

El grado de acuerdo, medido con el índice Kappa ( $\kappa = 0,396$ ), indica una concordancia mediana aunque estadísticamente significativa en las puntuaciones globales obtenidas por los estudiantes al valorar el mismo diente con y sin corrector visual (p-valor < 0,0001).

**Tabla 23. Medidas simétricas de asociación entre las puntuaciones globales obtenidas sin y con corrector visual**

			Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
sin-con corrector visual	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,569	,107	4,914	,000
		Tau-b de Kendall	,569	,107	4,914	,000
		Tau-c de Kendall	,528	,107	4,914	,000
		Gamma	,662	,111	4,914	,000
		Correlación de Spearman	,675	,107	4,843	,000c
	Intervalo por intervalo	R de Pearson	,706	,107	5,278	,000c
	Medida de acuerdo	Kappa	,396	,108	5,125	,000
	N de casos válidos		30			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Por sexo obtenemos resultados similares. En las Tabla 24 y Tabla 25 se muestra la distribución de la puntuación global obtenida estratificada por sexo, en las mediciones sin corrector y con corrector visual, respectivamente.

En la Figura 23 podemos comparar los porcentajes de hombres con los de mujeres que han tenido cada una de las posibles puntuaciones globales, tanto si no utilizaron correctores visuales (en las 3 primeras comprobaciones) como si hicieron uso de los mismos (en las 3 comprobaciones siguientes, si tenían alguna patología ocular de las consideradas). Las puntuaciones globales más frecuentes son: 7 y 6 en los hombres (tanto sin como con corrector visual); la mayoría de las mujeres obtienen 6 puntos, seguido de 8 cuando usan corrector, y 4 y 6 puntos con la misma frecuencia cuando no utilizan gafas o lentillas.

Los estadísticos descriptivos estratificados por sexo pueden verse en la Tabla 26. Las puntuaciones medias globales sin la utilización de corrector son prácticamente iguales en chicas y chicos (5,98 y 5,97 puntos respectivamente). Cuando se usa algún corrector, las puntuaciones medias globales son más altas en los chicos que en las chicas (6,64 y 6,32 respectivamente), aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. Los rangos de variación de las puntuaciones en las mujeres son más amplios que en los hombres, y la dispersión respecto a la media es mayor que en ellos. Al menos el 50 % de los estudiantes de cada uno de estos grupos considerados alcanza una puntuación global mínima de 6 puntos (Figura 24).

**Tabla 24. Distribución de la puntuación obtenida por observador sin correctores visuales estratificada por sexo**

Puntuación global obtenida		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Mediciones sin corrector	1 punto	1	2,2	0	0,0	1	1,3
	2 puntos	1	2,2	1	3,4	2	2,7
	3 puntos	2	4,3	1	3,4	3	4,0
	4 puntos	9	19,6	2	6,9	11	14,7
	5 puntos	5	10,9	5	17,2	10	13,3
	6 puntos	9	19,6	8	27,6	17	22,7
	7 puntos	8	17,4	9	31,0	17	22,7
	8 puntos	4	8,7	3	10,3	7	9,3
	9 puntos	7	15,2	0	0,0	7	9,3
Total		46		29		75	

**Tabla 25. Distribución de la puntuación obtenida por observador con correctores visuales estratificada por sexo**

Puntuación global obtenida		Mujer		Hombre		Total	
		n	%	n	%	n	%
Mediciones con corrector	2 puntos	1	5,3	0	0,0	1	3,3
	3 puntos	2	10,5	0	0,0	2	6,7
	4 puntos	1	5,3	0	0,0	1	3,3
	5 puntos	1	5,3	1	9,1	2	6,7
	6 puntos	5	26,3	4	36,4	9	30,0
	7 puntos	2	10,5	5	45,5	7	23,3
	8 puntos	4	21,1	0	0,0	4	13,3
	9 puntos	3	15,8	1	9,1	4	13,3
Total		19		11		30	



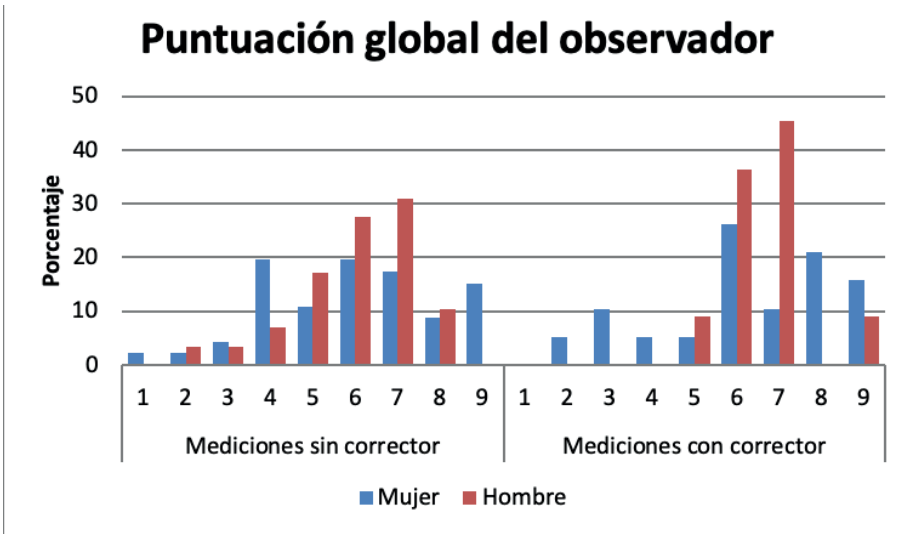


Figura 23. Distribución de las puntuaciones obtenidas por el observador por sexo

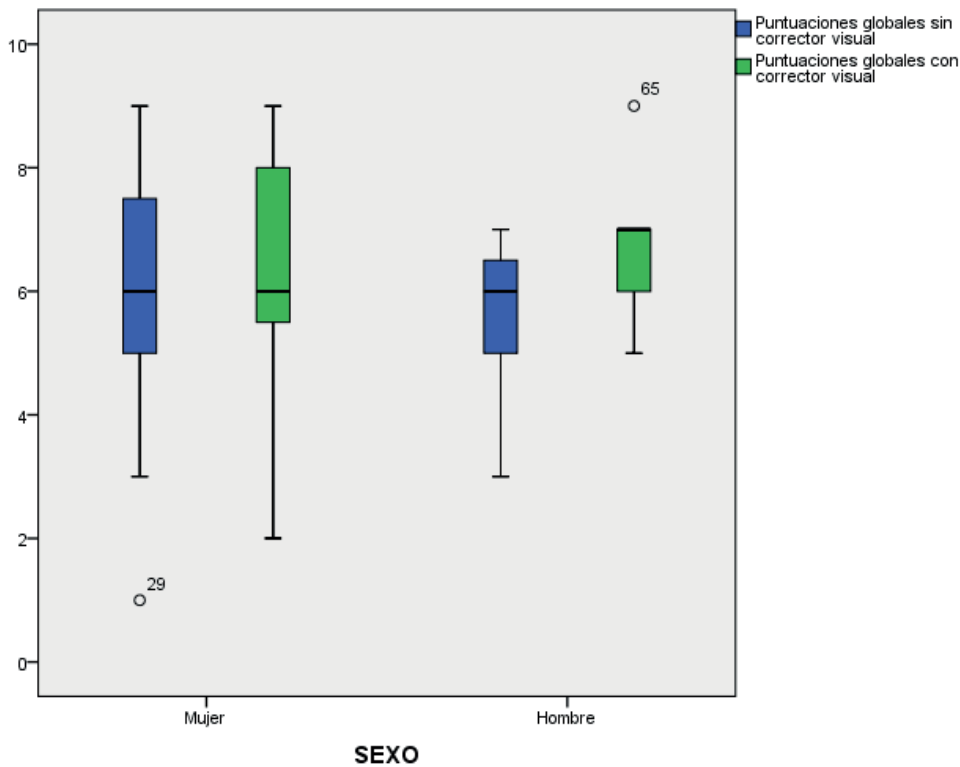


Figura 24. Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por el observador según uso de corrector visual estratificado por sexo

**Tabla 26. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales de los estudiantes según el uso de corrector visual por sexo**

		Puntuaciones globales sin corrector visual		Puntuaciones globales con corrector visual	
		Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
N	Válido	46	29	19	11
	Perdidos	0	0	27	18
Media		5,98	5,97	6,32	6,64
Mediana		6,00	6,00	6,00	7,00
Moda		4 <sup>a</sup>	7	6	7
Desviación estándar		2,038	1,451	2,136	1,027
Asimetría		-0,216	-0,915	-0,576	0,907
Error estándar de asimetría		0,350	0,434	0,524	0,661
Curtosis		-0,529	0,847	-0,556	2,283
Error estándar de curtosis		0,688	0,845	1,014	1,279
Rango		8	6	7	4
Mínimo		1	2	2	5
Máximo		9	8	9	9
Percentiles	25	4,00	5,00	5,00	6,00
	50	6,00	6,00	6,00	7,00
	75	7,25	7,00	8,00	7,00

a. Existen múltiples modas. Se muestra el valor más pequeño.

Por otro lado, podemos comparar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias globales emparejadas en cada sexo. Para ello utilizamos la prueba t de Student para muestras relacionadas y/o la prueba Wilcoxon de los rangos con signo. En la Tabla 27 vemos que se obtienen mayores puntuaciones globales cuando se utilizan las gafas o lentillas tanto en mujeres como en hombres, aunque la diferencia llega a ser de un punto en estos últimos. En las mujeres las diferencias sólo son de 0,32 puntos, bastante menores que las de los varones. De cualquier forma, las diferencias entre los distintos pares de mediciones no son estadísticamente significativas, ni en hombres ni en mujeres, por lo que las diferencias pueden atribuirse al azar.

**Tabla 27. Prueba de muestras emparejadas para puntuación media global obtenida sin y con corrector visual en cada sexo**

		Diferencias emparejadas					t	gl	p-valor
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Intervalo de confianza de la diferencia de 95%				
					Inferior	Superior			
M	Puntuación sin – con corrector visual	-,316	1,336	,306	,959	,328	-1,031	18	,316
H	Puntuación sin – con corrector visual	-1,000	1,483	,447	-1,996	-,004	-2,236	10	,49

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		Z	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
M	Puntuación sin – con corrector visual	-,816 <sup>a</sup>	,414	,413	,207	,005
H	Puntuación sin – con corrector visual	-1,841 <sup>a</sup>	,066	,125	,063	,063

M: Mujer; H: Hombre

a. Se basa en rangos negativos.

En la Tabla 28 mostramos las medidas simétricas ordinal por ordinal de asociación separando los resultados por sexo. Análogamente analizamos si existe concordancia entre las puntuaciones globales antes y después de usar corrector visual.

En las mujeres, todas las medidas de asociación mostradas (d de Somers (d), Tau-b de Kendall ( $\tau_b$ ), Tau-c de Kendall ( $\tau_c$ ), Gamma ( $\gamma$ ) y coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) – cuyo rango de variación es  $[-1, 1]$  –, oscilan entre los valores de  $\tau_c = 0,692$  y  $\rho = 0,821$ , y el p-valor asociado es menor que 0,0001 en todos los casos. Esto indica que, con una confianza del 95 %, encontramos una relación positiva moderada-alta, es decir, que a medida que asciende la puntuación global de las mediciones que realizan las mujeres sin corrector visual aumenta también la probabilidad de tener valores altos en la puntuación global de las mediciones sin corrector visual. La interpretación de la asociación en el caso de los varones es similar, sólo que el grado de asociación es bastante más bajo y no se alcanza la significación estadística.

El grado de acuerdo, medido con el índice Kappa ( $\kappa = 0,319$  en las mujeres y  $\kappa = 0,5$  en los hombres), indica una concordancia no muy alta entre las chicas y moderada en los chicos. En ambos sexos la concordancia en las puntuaciones globales al valorar el mismo diente con y sin corrector visual es estadísticamente significativa (p-valor < 0,002).

**Tabla 28. Medidas simétricas de asociación entre puntuaciones globales sin y con corrector visual por sexo**

				Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
sin-con corrector visual	Mujer	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,716	,103	6,331	,000
			Tau-b de Kendall	,716	,103	6,331	,000
			Tau-c de Kendall	,692	,109	6,331	,000
			Gamma	,805	,099	6,331	,000
			Correlación de Spearman	,821	,090	5,940	,000 <sup>c</sup>
		Intervalo por intervalo	R de Pearson	,807	,085	5,630	,000 <sup>c</sup>
		Medida de acuerdo	Kappa	,319	,133	3,519	,000
		N de casos válidos			19		
	Hombre	Ordinal por ordinal	d de Somers simétrica	,262	,197	1,334	,182
			Tau-b de Kendall	,263	,197	1,334	,182
			Tau-c de Kendall	,242	,182	1,334	,182
			Gamma	,314	,224	1,334	,182
			Correlación de Spearman	,307	,229	,966	,359 <sup>c</sup>
		Intervalo por intervalo	R de Pearson	,193	,153	,589	,570 <sup>c</sup>
		Medida de acuerdo	Kappa	,500	,170	3,051	,002
		N de casos válidos			11		

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

#### 7.1.9.1. Puntuación total (con y sin corrector) en grupos con patología visual

Dado que los estudiantes con miopía y con hipermetropía realizaron dos mediciones sobre la misma pieza dental, vamos a sumar las puntuaciones obtenidas con y sin corrector y vamos a comparar los resultados en estos dos grupos.

La puntuación total media obtenida por estudiante con patología visual fue de 11 puntos (puntuación media total), con una desviación típica de 3,87 puntos. La puntuación mínima total es 3 mientras que la máxima es 18. El 25 % de los estudiantes obtuvieron una puntuación total igual o inferior a 8; el 50 % consiguió alcanzar los 11 puntos y el 75 % de los estudiantes logró 14 puntos en total. La mayoría de los estudiantes obtuvieron una puntuación total de 14 puntos (Tabla 29).

Todos los estudiantes realizaron 3 mediciones sin utilizar correctores visuales, tanto si tenían como si no tenían alguna de las patologías visuales consideradas. En los participantes con patología visual, el número medio de aciertos sin utilizar correctores visuales (puntuación media sin corrector) fue 6,05 con una dispersión

igual a 1,81 (desviación estándar). La puntuación mínima obtenida cuando no se empleaban correctivos visuales fue de 1 puntos mientras que la máxima alcanzada es 9. En este caso, el 25 % de los estudiantes con patología visual obtuvieron una puntuación igual o inferior a 5; el 50 % consiguió alcanzar los 6 puntos y el 75 % de los estudiantes logró 7 puntos. La mayoría de estos estudiantes obtuvieron 6 puntos cuando no utilizaban ni gafas ni lentillas (Tabla 29).

Excepto los estudiantes sanos, los participantes con alguna de las patologías consideradas repitieron la clasificación del color dental, esta vez utilizando algún tipo de corrector. En este caso, el número medio de aciertos fue de 6,43 puntos y una desviación típica de 1,79. La puntuación mínima obtenida cuando se empleaban correctivos visuales fue de 2 puntos mientras que la máxima alcanzada es 9. En este caso, el 25 % de los estudiantes obtuvieron una puntuación igual o inferior a 6; el 50 % consiguió alcanzar los 6,5 puntos y el 75 % de los estudiantes logró 8 puntos. La mayoría de los estudiantes obtuvieron 6 puntos cuando utilizaban gafas o lentillas. Esta distribución es ligeramente asimétrica a la izquierda, lo que indica que si bien la mayoría de los participantes obtienen puntuaciones altas, hay algunos estudiantes con muy bajas puntuaciones (Tabla 29).

**Tabla 29. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones totales (con y sin corrector) de los estudiantes**

		Puntuación sin corrector	Puntuación con corrector	Puntuación total
N	Válido	39	30	39
	Perdidos	0	9	0
Media		6,05	6,43	11,00
Mediana		6,00	6,50	11,00
Moda		6,00	6,00	14,00
Desviación estándar		1,806	1,794	3,873
Asimetría		-0,476	-0,670	-0,077
Error estándar de asimetría		0,378	0,427	0,378
Curtosis		0,571	0,372	-0,638
Error estándar de curtosis		0,741	0,833	0,741
Mínimo		1,00	2,00	3,00
Máximo		9,00	9,00	18,00
Percentiles	25	5,00	6,00	8,00
	50	6,00	6,50	11,00
	75	7,00	8,00	14,00

Para comparar si hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones medias de las mediciones realizadas sin y con corrector, calculamos el estadístico W de Wilcoxon para muestras emparejadas con aquellos individuos que han realizado ambas mediciones, obteniéndose una diferencia media de -0,567 y desviación típica igual a 1,41 puntos, estadísticamente significativa ( $p = 0,032$ ), es

decir, que **las puntuaciones medias cuando se usa un corrector son mejores que si no se utiliza.**

#### 7.1.9.2. Puntuación total (con y sin corrector) en grupos con patología visual por sexo

Al estratificar por sexo en los grupos con patología visual observamos que las puntuaciones medias totales sin la utilización de corrector son mayores en chicas que en chicos (6,16 y 5,86 puntos respectivamente). Cuando se usa algún corrector, las puntuaciones medias totales en estos grupos son más altas en los chicos que en las chicas (6,64 y 6,32 respectivamente) (Figura 25). Se calculó el estadístico U de Mann-Whitney para comparar cada una de las puntuaciones medias totales por sexo, no obteniéndose significación estadística en ninguno de los 3 casos, es decir, en los participantes con patología visual podemos atribuir al azar las diferencias encontradas en las puntuaciones medias totales entre hombres y mujeres; tampoco son significativas las diferencias por sexo en las puntuaciones medias cuando no utilizan correctores visuales; ni encontramos diferencias por sexo al utilizar gafas o lentillas.

Otros estadísticos descriptivos pueden verse en la Tabla 26. Los rangos de variación de las puntuaciones totales en las mujeres son más amplios que en los hombres, y la dispersión respecto a la media es mayor que en ellos. Al menos el 50 % de los estudiantes de cada uno de estos grupos considerados alcanza una puntuación total mínima de 6 puntos.

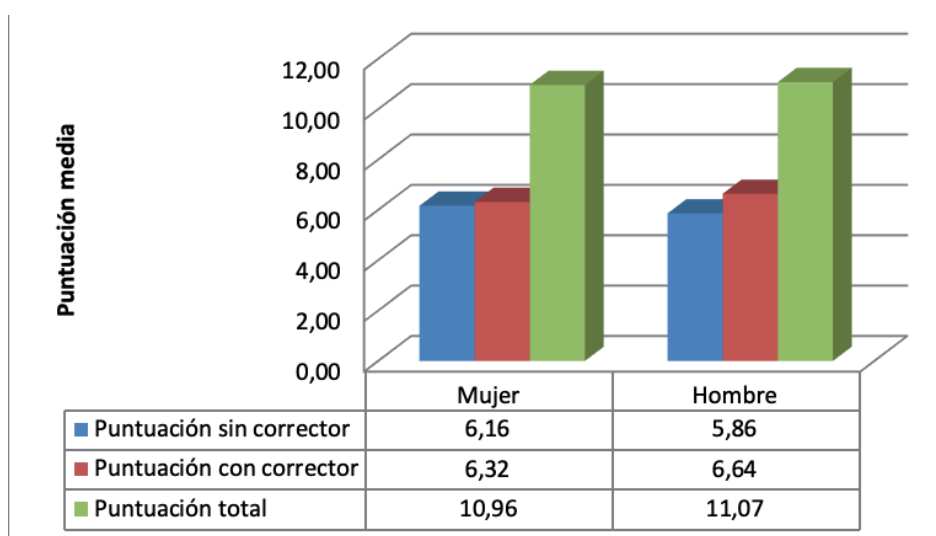


Figura 25. Puntuaciones medias totales por sexo

**Tabla 30. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones totales (con y sin corrector) de los estudiantes según el uso de corrector visual por sexo**

		Puntuaciones sin corrector visual		Puntuaciones con corrector visual		Puntuaciones totales	
		Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
N	Válido	25	14	19	11	25	14
	Perdidos	0	0	6	3	0	0
Media		6,16	5,86	6,32	6,64	10,96	11,07
Mediana		6,00	6,00	6,00	7,00	11,00	12,00
Moda		6,00	6,00	6,00	7,00	14,00	12,00
Desviación estándar		2,055	1,29	2,136	1,027	4,383	2,895
Asimetría		-0,547	-0,692	-0,576	0,907	0,013	-0,571
Error estándar de asimetría		0,464	0,597	0,524	0,661	0,464	0,597
Curtosis		0,286	0,801	-0,556	2,283	-0,912	-0,568
Error estándar de curtosis		0,902	1,154	1,014	1,279	0,902	1,154
Mínimo		1,00	3,00	2,00	5,00	3,00	6,00
Máximo		9,00	8,00	9,00	9,00	18,00	15,00
Percentiles	25	5,00	5,00	5,00	6,00	7,50	9,50
	50	6,00	6,00	6,00	7,00	11,00	12,00
	75	8,00	7,00	8,00	7,00	14,00	14,00

Para comparar si hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones medias de las mediciones realizadas sin y con corrector por sexo, calculamos el estadístico W de Wilcoxon para muestras emparejadas con aquellos individuos que han realizado ambas mediciones, obteniéndose: para las mujeres, una diferencia media de -0,316 y desviación típica igual a 1,34 puntos; para los hombres, una diferencia media de -1,0 y desviación típica igual a 1,48 puntos; en ningún caso las diferencias son estadísticamente significativas ( $p = 0,207$  en las mujeres y  $p = 0,063$  en los hombres), es decir, que las puntuaciones medias por sexo cuando se usa un corrector no son significativamente mejores que si no se utiliza.

## 7.2. Descripción de las mediciones

### 7.2.1. Distribución del número de mediciones por sexo y por grupo

Se llevaron a cabo un total de 315 mediciones, 195 (61,9 %) por mujeres y 120 (31,8 %) por varones. Todos los estudiantes realizaron al menos 3 valoraciones con un máximo de 6.

Del total de mediciones, 108 (34,3 %) fueron realizadas por sujetos sanos; 162 por personas con miopía (51,4 %); y las 45 (14,3 %) restantes, por estudiantes con hipermetropía. Por tanto, el grupo que realizó un mayor número de mediciones fue el de los estudiantes que tenían miopía.

La distribución por sexo de las mediciones realizadas por cada grupo puede verse en la Figura 26. Mediante el estadístico chi-cuadrado de Pearson encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de hombres y mujeres que hay en cada grupo ( $p = 0,026$ ), es decir, el número de mediciones realizadas por los grupos no son homogéneas en cuanto al sexo. La  $V$  de Cramer toma el valor 0,152, por lo tanto, aunque la relación no se debe al azar ( $p = 0,026$ ), es bastante débil. La prueba de proporciones de columna indica que las diferencias entre sexos se hallan en el grupo de participantes con hipermetropía.

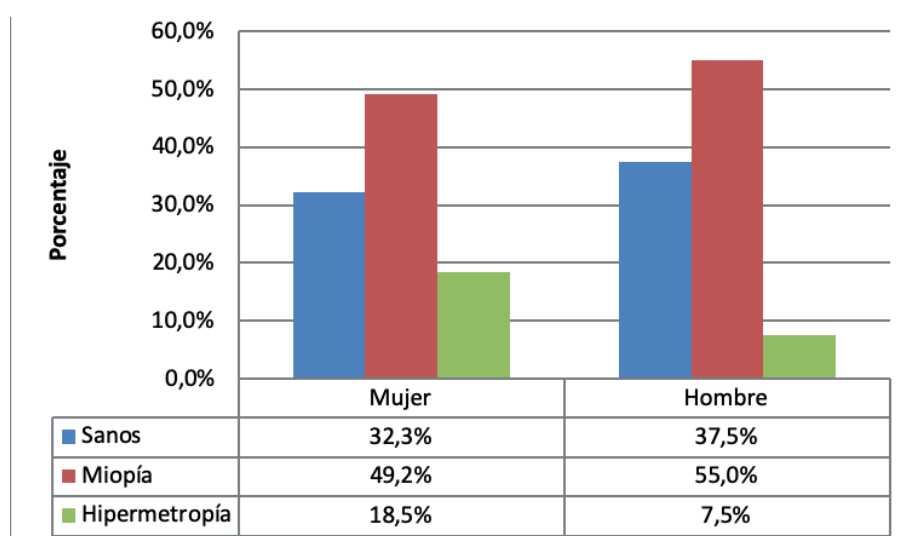


Figura 26. Distribución por sexo de las mediciones realizadas por cada grupo

Entre las mediciones realizadas por participantes sanos, el 58,3 % las hicieron mujeres y el 41,7 % hombres; entre las que efectuaron los que tenían miopía, el 59,3 % eran del sexo femenino y el 40,7 %, del masculino; en el grupo de estudiantes con hipermetropía, las mujeres llevaron a cabo el 80 % de las mediciones y los varones el 20 % (Figura 27).



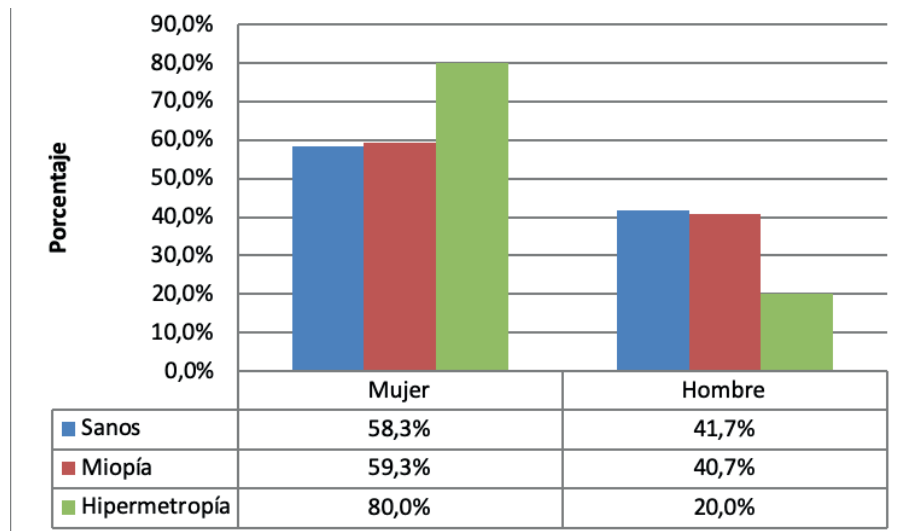


Figura 27. Distribución por grupo de las mediciones realizadas por cada sexo

### 7.2.2. Distribución del uso y tipo de corrector por sexo y por grupo

De las 315 mediciones efectuadas, 90 se realizaron con algún tipo de corrector, lo que supone un 28,6 %. Todos los estudiantes realizaron las tres primeras mediciones sin emplear correctores, en total, 225 valoraciones (71,4 %). En el 23,8 % del total de mediciones se emplearon gafas y solo en un 4,8 % de las veces el estudiante llevaba lentillas (Figura 28). Por sexo, hombres y mujeres emplearon correctores con la misma frecuencia ( $p = 0,741$ ).

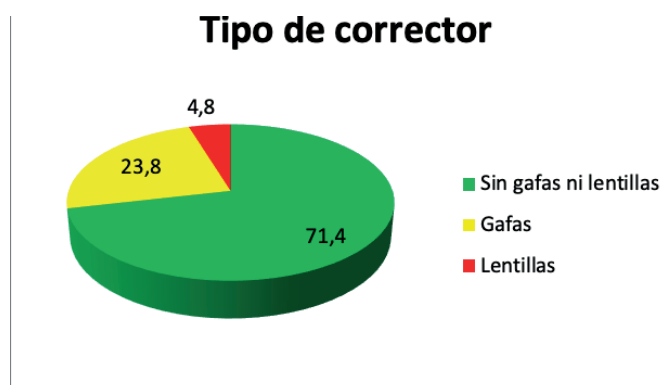


Figura 28. Distribución del número de mediciones según el tipo de corrector empleado

Por grupos, los 36 sujetos sanos realizaron todas sus mediciones sin corrector (108); los estudiantes con miopía llevaron a cabo 162 mediciones: 90 sin corrector, 60 con gafas y 12 con lentillas; los participantes que tenían hipermetropía efectuaron 45 mediciones: 27 sin corrector, 15 con gafas y 3 con lentillas (Figura 29).

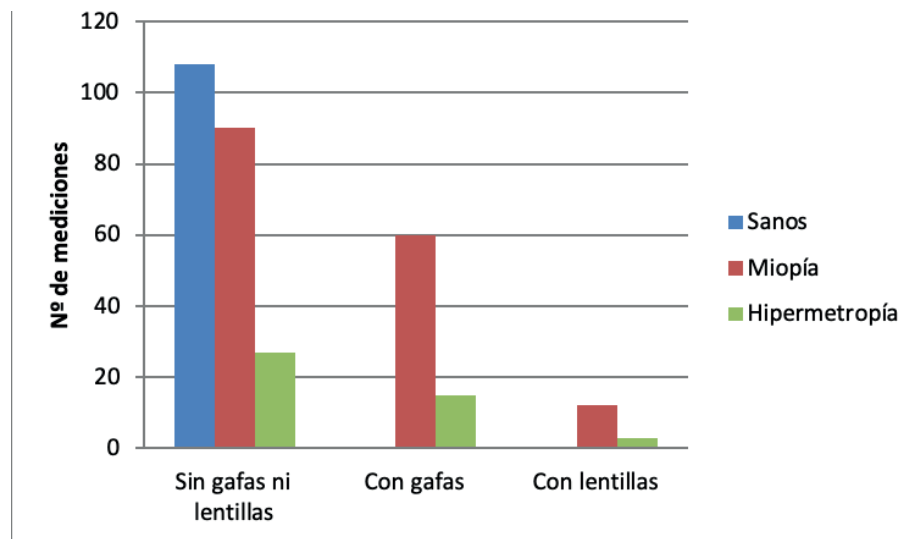


Figura 29. Distribución del número de mediciones según el tipo de corrector empleado en cada grupo

Si estudiamos la homogeneidad de los grupos en cuanto al uso de corrector, obtenemos diferencias estadísticamente significativas entre el número de mediciones realizadas con y sin corrector, pero estas se encuentran en el grupo de sanos frente a los grupos con patología visual, ya que todos los sanos realizan dichas valoraciones sin corrector y, al comparar únicamente los grupos con patología ocular entre sí, no encontramos diferencias entre miopes e hipermétropes. La V de Cramer indica cierto grado de relación entre el uso o no de corrector y el grupo; además la relación no se debe al azar ( $V = 0,458$ ,  $p < 0,0001$ ). Por su parte, las medidas de proporción de varianza explicada asimétricas, como el coeficiente de incertidumbre ( $U = 0,249$ ,  $p < 0,0001$ ), indican que saber a qué grupo pertenece el estudiante tiene mayor capacidad para deducir si realizará mediciones con o sin corrector que al contrario. Resultados análogos se obtienen por sexo.

Entre los estudiantes que utilizaron algún corrector visual, en 75 mediciones (83,3 %) llevaron gafas y en 15 (16,7 %), lentillas. En ambos casos, el 80 % de los participantes eran miopes y el 20 %, hipermétropes. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de corrector utilizado y la patología visual padecida, es decir, gafas y lentillas fueron utilizadas en la misma proporción tanto en miopes como hipermétropes (Figura 30).

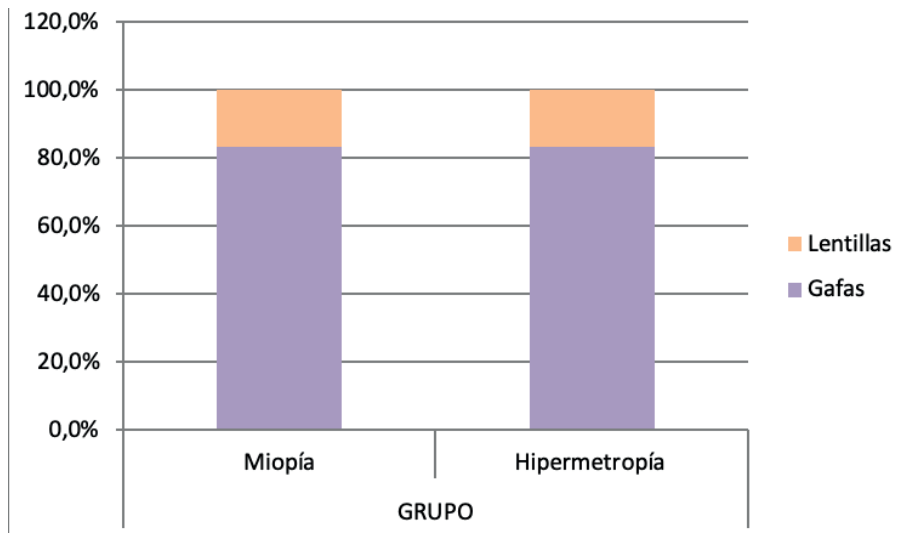


Figura 30. Distribución del tipo de corrector utilizado por grupo con patología visual

Al tener en cuenta el sexo en cada uno de los grupos, mediante la prueba de proporciones de columna, observamos que en el grupo de hipermetrópes el porcentaje de mujeres que usan gafas es significativamente distinto que el de los hombres; igualmente ocurre con los estudiantes que usan lentillas: las gafas son el corrector visual elegido por todas las mujeres, y las lentillas el escogido por todos los hombres (Figura 31).

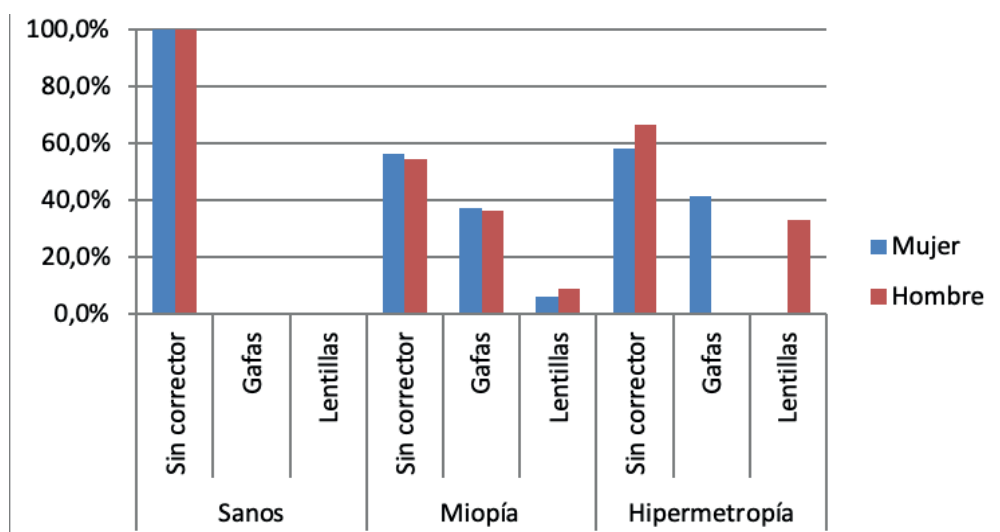


Figura 31. Distribución del tipo de corrector utilizado por sexo y por grupo

### 7.2.3. Distribución de las dimensiones del color en las piezas dentales muestreadas

Se estudiaron un total de 25 código del color diferentes (código mínimo: 4, código máximo: 29). El código de color más veces analizado fue el 26, con 37 valoraciones (11,7 %), seguido de cerca por el código 12, analizado 34 veces (10,8 %) y los códigos 29 y 5, con 29 (9,2 %) y 28 (8,9 %) mediciones, respectivamente. Por el otro extremo, los códigos menos comprobados fueron el 8 (sólo una vez, lo que representa un 0,3 %) y los códigos 4, 15 y 25, todos ellos valorados 2 veces (0,6 %) cada uno (Figura 32).

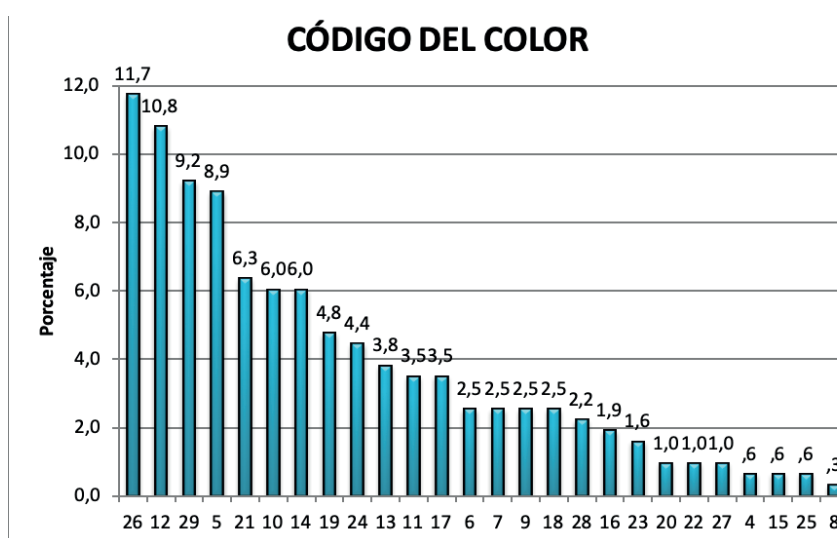


Figura 32. Distribución del código del color (frecuencia descendente)

#### 7.2.3.1. Distribución de la dimensión «valor»

El valor se podía tomar en una escala desde 1 hasta 5. «El valor» más frecuente fue el 2, que fue elegido por los estudiantes 96 veces, lo que supone un 30,5 % de las mediciones. En contraposición, «el valor» menos asignado fue el 1, que fue elegido 18 veces, lo que supone un 5,7 % de las mediciones (Figura 33).

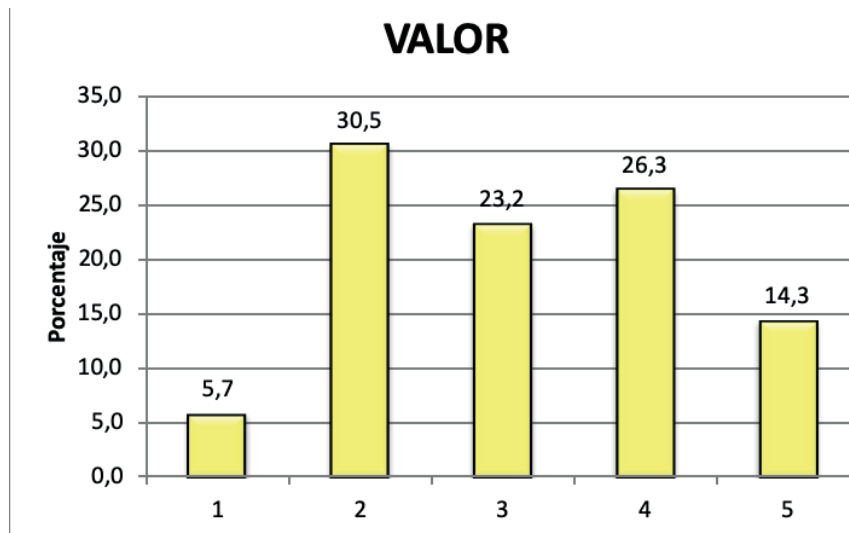


Figura 33. Distribución del valor.

#### 7.2.3.2. Distribución de la dimensión del «tinte»

El tinte toma 3 valores: L, M y R. «El tinte» más frecuente fue el M, que fue elegido por los estudiantes 163 veces, más de la mitad de las veces (51,7 %). En el 33 % de las mediciones los estudiantes se inclinaron por los tonos rojizos (eligieron la tonalidad R 104 veces) y un 15,2 % eligieron tonos más amarillentos (la L fue escogida en 48 ocasiones) (Figura 34).

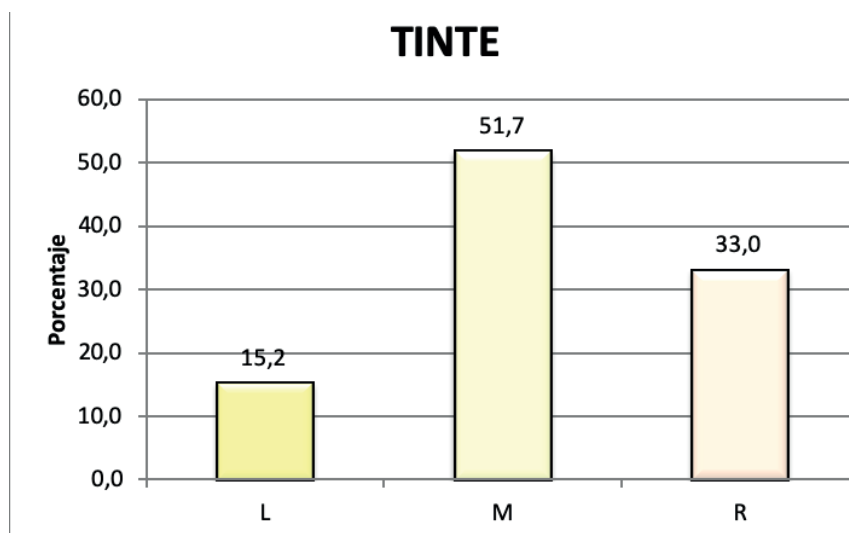


Figura 34. Distribución del tinte

### 7.2.3.3. Distribución de la dimensión «intensidad»

La intensidad toma 5 valores diferentes: desde el más pálido (1), incrementándose en medio punto hasta alcanzar el más saturado (3). El valor de intensidad elegido un mayor número de veces fue el 2,5. Los estudiantes lo eligieron 113 veces, lo que supone un 35,9 % de las mediciones. Le sigue el valor de intensidad 3, designado 92 veces (29,2 %). El valor 2 fue elegido 58 veces, el 1,5 en 39 ocasiones y por último, el grado de intensidad 1 se asignó a 13 piezas dentales (4,1 %) (Figura 35).

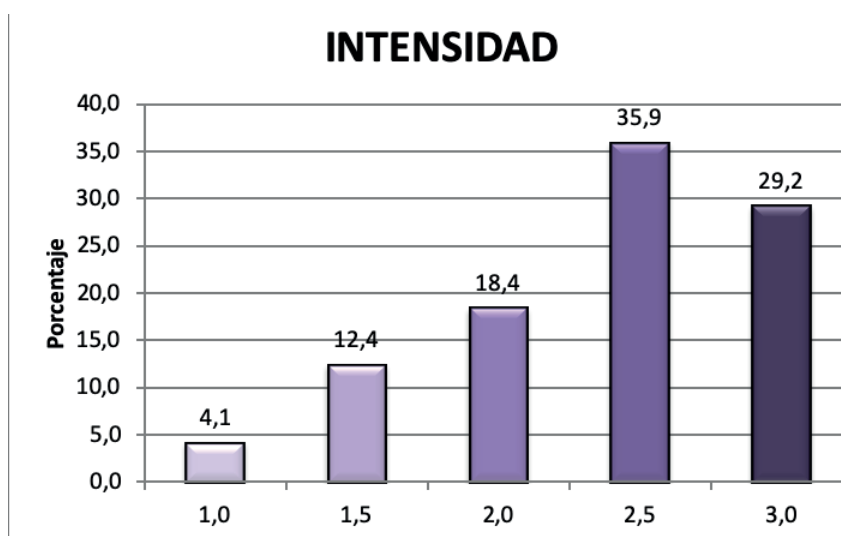


Figura 35. Distribución de la intensidad (pálido hasta saturado)

### 7.2.4. Distribución del número de aciertos en las mediciones según las dimensiones del color

***En las 315 mediciones, el mayor porcentaje de aciertos se dio en la dimensión del color correspondiente al valor,*** con un total de 255 aciertos (un 81 % de las veces que se midió esta característica) (Figura 36).

Del total de mediciones, el tinte fue acertado en 191 ocasiones, es decir, un 60,6 % de las veces que se midió dicha dimensión del color (Figura 36).

Por último, de las 315 valoraciones realizadas, la intensidad se acertó 195 veces, lo que supone un 61,9 % de las ocasiones en las que se comprobó esta dimensión del color (Figura 36).

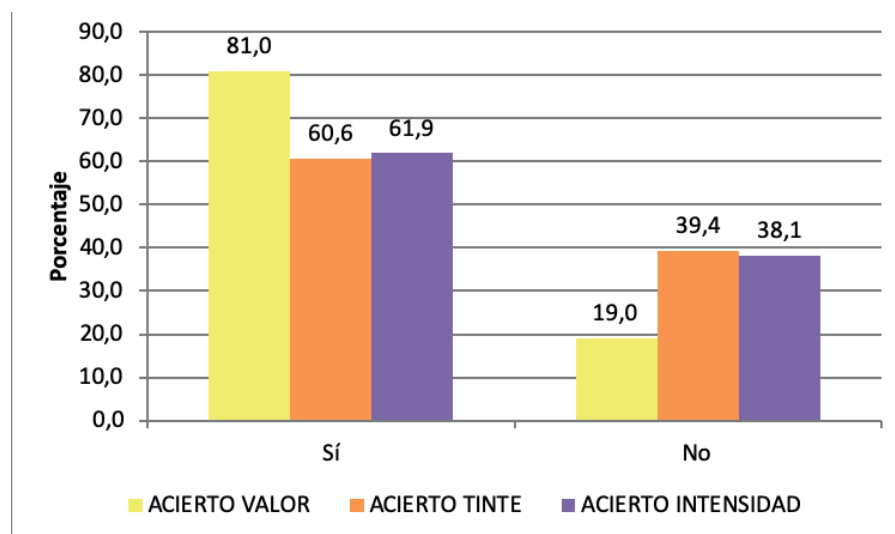


Figura 36. Distribución del porcentaje de aciertos según la dimensión del color

En la Tabla 31 observamos que tanto mujeres como hombres aciertan en cada dimensión del color al menos el 60 % de las veces. La dimensión del color más acertada por ambos sexos es el valor, seguido de la intensidad y en último lugar, el tinte. Mediante la prueba chi-cuadrado de Pearson, con una confianza del 95 % podemos afirmar que no hay diferencias entre mujeres y hombres en el porcentaje de aciertos al valorar individualmente cada una de las dimensiones del color.

Tabla 31. Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color estratificado por sexo

Aciertos en las dimensiones del color		Mujer		Hombre		Total	
		N	%	N	%	N	%
Aciertos en «valor»	Sí	160	82,1	95	79,2	255	81,0
	No	35	17,9	25	20,8	60	19,0
	Total	195	100,0	120	100,0	315	100,0
Aciertos en «tinte»	Sí	117	60,0	74	61,7	191	60,6
	No	78	40,0	46	38,3	124	39,4
	Total	195	100,0	120	100,0	315	100,0
Aciertos en «intensidad»	Sí	118	60,5	77	64,2	195	61,9
	No	77	39,5	43	35,8	120	38,1
	Total	195	100,0	120	100,0	315	100,0

En la Tabla 32 observamos que tanto los participantes sin patología ocular, como los que tienen miopía como los hipermetrópodos, aciertan en cada dimensión del color al menos el 54,6 % de las veces cuando no utilizan ningún tipo de corrector; cuando los que tienen patología ocular usan gafas o lentillas, el porcentaje mínimo de acierto asciende a un 61,1 %. La dimensión del color más acertada por todos los

grupos es el valor, aunque los estudiantes con hipermetropía aciertan las 3 dimensiones del color el mismo porcentaje de veces (66,7 %) cuando no utilizan corrector. Las diferencias observadas entre grupos pueden ser explicadas por el azar ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 32. Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color estratificado por grupo según la utilización de corrector**

Aciertos en las dimensiones del color según uso de corrector			Sanos		Miopía		Hipermetropía	
			n	%	n	%	n	%
Sin corrector	Aciertos en «valor»	Sí	90	<b>83,3</b>	73	<b>81,1</b>	18	<b>66,7</b>
		No	18	16,7	17	18,9	9	33,3
		Total	108	100,0	90	100,0	27	100,0
	Aciertos en «tinte»	Sí	59	<b>54,6</b>	55	<b>61,1</b>	18	<b>66,7</b>
		No	49	45,4	35	38,9	9	33,3
		Total	108	100,0	90	100,0	27	100,0
	Aciertos en «intensidad»	Sí	63	<b>58,3</b>	54	<b>60,0</b>	18	<b>66,7</b>
		No	45	41,7	36	40,0	9	33,3
		Total	108	100,0	90	100,0	27	100,0
Con corrector	Aciertos en «valor»	Sí	-	-	58	<b>80,6</b>	16	<b>88,9</b>
		No	-	-	14	19,4	2	11,1
		Total	-	-	72	100,0	18	100,0
	Aciertos en «tinte»	Sí	-	-	47	<b>65,3</b>	12	<b>66,7</b>
		No	-	-	25	34,7	6	33,3
		Total	-	-	72	100,0	18	100,0
	Aciertos en «intensidad»	Sí	-	-	49	<b>68,1</b>	11	<b>61,1</b>
		No	-	-	23	31,9	7	38,9
		Total	-	-	72	100,0	18	100,0

### 7.2.5. Distribución de las puntuaciones en cada medición

Del total de las 315 mediciones, en 162, los estudiantes obtuvieron una puntuación igual a 3 en su observación, es decir, el 51,4 % de las veces acertaron las tres dimensiones del color; el 12,7 % de las veces acertaron dos dimensiones del color; en 75 valoraciones (23,8 %) solo coincidieron en una dimensión. Un 12,1 % de las comprobaciones fueron fallidas, es decir, los estudiantes no acertaron ninguna dimensión del color en 38 unidades (Figura 37).



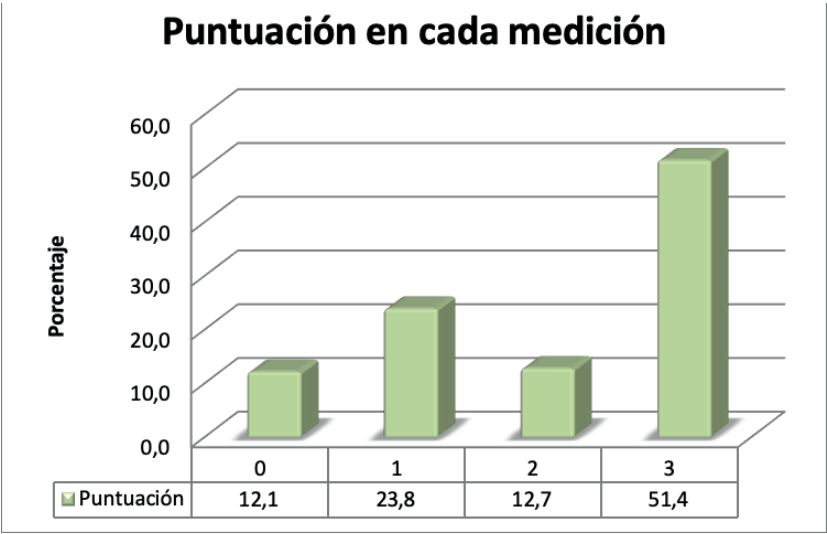


Figura 37. Distribución de la puntuación obtenida en cada medición

En la Figura 38 se muestra la distribución de la puntuación obtenida en cada medición por sexo según el grupo al que pertenece el estudiante. Las puntuaciones medias se muestran en la Tabla 33. Observamos que para el conjunto de la muestra, la puntuación media fue de 2,03 puntos (IC 95%: 1,91 – 2,16). Al comparar las puntuaciones medias de mujeres y hombres, los varones tienen mayor puntuación media que las mujeres en los grupos de sanos y miopes; en el de hipermetrópes la puntuación de ellas es mayor. No obstante, ninguna de las diferencias es estadísticamente significativa (todos los p-valor asociados a los contrastes de hipótesis correspondientes son mayores que 0,05). Gráficamente podemos observar estos resultados en la Figura 39, donde se intuye que las puntuaciones medias en cada grupo no se distribuyen según una distribución normal, hecho que corroboramos con un test de normalidad.

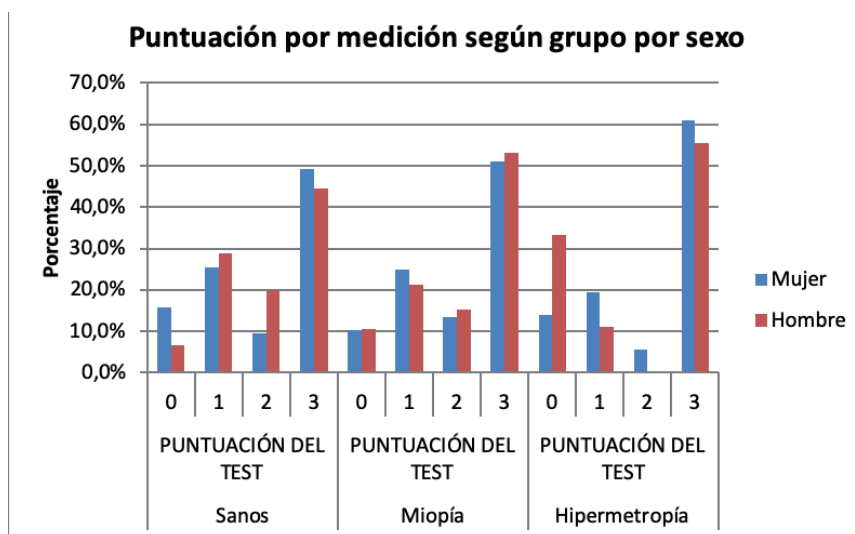


Figura 38. Distribución de la puntuación obtenida en cada medición por sexo

Tabla 33. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones en cada medición en cada grupo estratificado por sexo

Estadísticos descriptivos						
Variable dependiente: PUNTUACIÓN EN EL TEST						
GRUPO	SEXO	N	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media de 95%	
					Inferior	Superior
Sanos	Mujer	63	1,92	1,182	1,62	2,22
	Hombre	45	2,02	1,011	1,72	2,33
	Total	108	1,96	1,110	1,75	2,17
Miopía	Mujer	96	2,05	1,089	1,83	2,27
	Hombre	66	2,11	1,083	1,84	2,37
	Total	162	2,07	1,084	1,91	2,24
Hipermetropía	Mujer	36	2,14	1,175	1,74	2,54
	Hombre	9	1,78	1,481	0,64	2,92
	Total	45	2,07	1,232	1,70	2,44
Total	Mujer	195	2,03	1,133	1,87	2,19
	Hombre	120	2,05	1,083	1,85	2,25
	Total	315	2,03	1,112	1,91	2,16

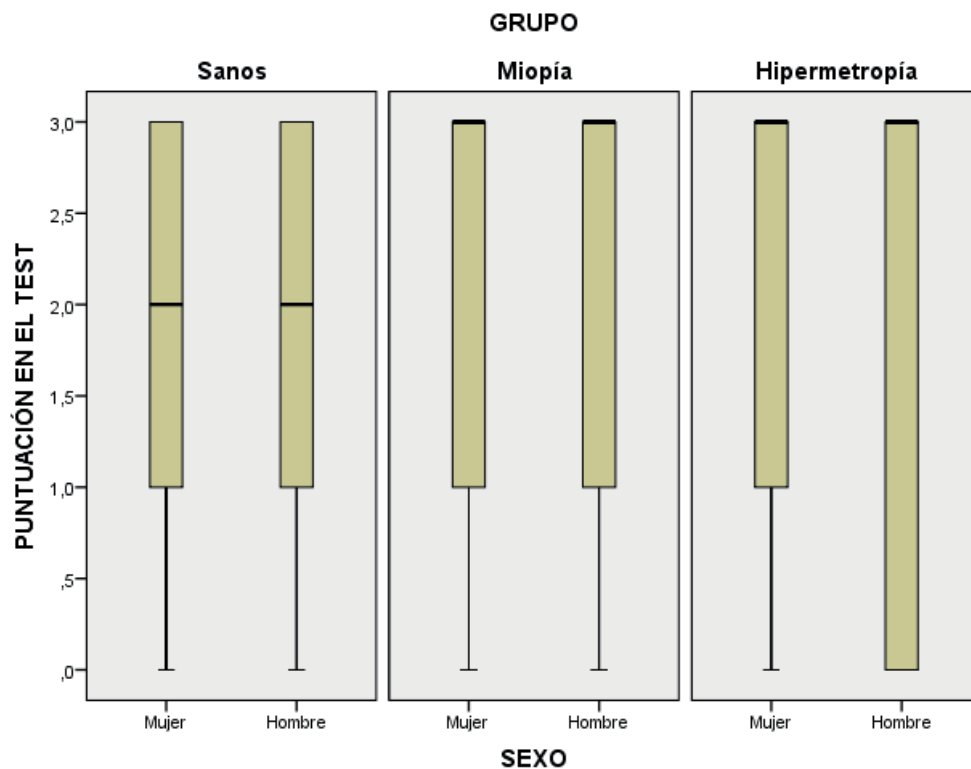


Figura 39. Boxplot de las puntuaciones obtenidas en cada medición por sexo según grupo

Para contrastar si las puntuaciones medias son homogéneas en los tres grupos, utilizamos el test de Kruskal Wallis, dado que no se cumplen las condiciones de aplicación de la ANOVA. Los resultados no evidencian diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones medias de las mediciones ( $p > 0,05$ ).

En la Figura 40 observamos que la puntuación obtenida mayoritariamente es de 3 puntos, tanto si el participante utiliza un corrector visual como si no lo hace. La puntuación media que se obtiene en cada medición sin corrector es de 1,99 puntos, mientras que cuando se utiliza el corrector, la puntuación media es de 2,14. No obstante, la prueba de Mann-Whitney indica que no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas al emplear o no el corrector.

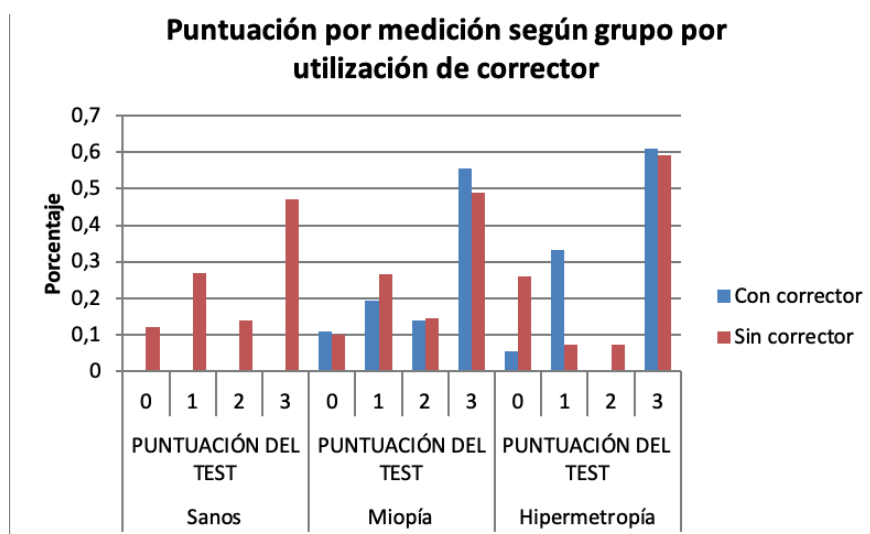


Figura 40. Distribución de la puntuación obtenida en cada medición por utilización de **corrector**

### 7.2.6. Distribución de las puntuaciones por observador

Ya se ha mencionado en ocasiones anteriores que cada observador realiza la valoración de 3 piezas dentales; como en cada pieza se puede obtener una puntuación máxima de 3 puntos, consideramos que la puntuación de cada individuo puede oscilar entre 0 y 9 puntos. Aunque el estudiante realice la valoración de 3 piezas dentales sin corrector y 3 con corrector (salvo los participantes del grupo sin patología ocular), consideramos las puntuaciones independientes, por lo que no sumamos las puntuaciones obtenidas con y sin corrector visual.

En la Figura 41 podemos observar que la puntuación global obtenida oscila entre 1 (al menos el estudiante acertó una dimensión del color) y 9 (el estudiante acertó las tres dimensiones del color en las tres piezas dentales que tuvo que valorar). La puntuación global conseguida con mayor frecuencia es 6 puntos, un 24,8 % de las puntuaciones; un 22,9 % de las puntuaciones por observador fueron de 7 puntos; las puntuaciones 4, 5, 8 y 9 aparecieron con una frecuencia similar, alrededor del 11 %.

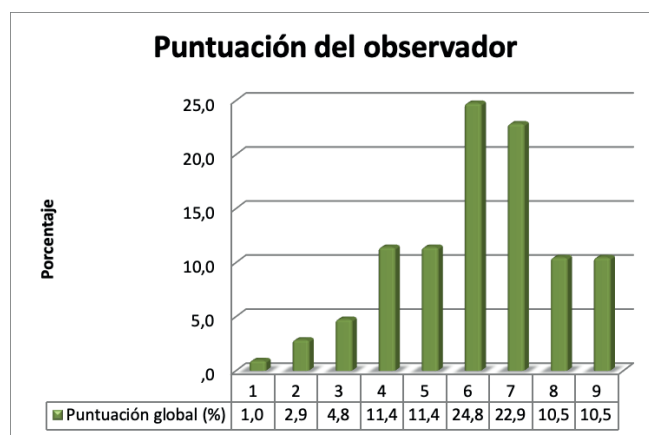


Figura 41. Distribución de la puntuación global obtenida en las tres mediciones

Por sexo, la puntuación media global de las mujeres es 6,08 puntos, con una desviación típica de 2,06 y un intervalo de confianza de 95 % (5,57 – 6,59). La puntuación media global de los hombres es algo superior y menos dispersa, 6,15 puntos, con una desviación típica de 1,37; el intervalo de confianza de 95 % es más preciso: (5,71 – 6,59). No obstante, las diferencias por sexo no son estadísticamente significativas ( $p = 0,936$ ).

Las puntuaciones globales medias por sexo según el grupo al que pertenece el estudiante se muestran en la Tabla 34. Observamos que para el conjunto de la muestra, la puntuación media global fue de 6,1 puntos (IC 95%: 5,75 – 6,46). Al comparar las puntuaciones medias globales de mujeres y hombres, los varones tienen mayor puntuación media global que las mujeres en los grupos de sanos y miopes; en el de hipermetrópicas la puntuación de ellas es mayor. No obstante, ninguna de las diferencias es estadísticamente significativa (todos los p-valor asociados a los contrastes de hipótesis correspondientes son mayores que 0,05). Gráficamente podemos observar estos resultados en la Figura 42, donde se intuye que las puntuaciones medias en cada grupo no se distribuyen según una distribución normal, hecho que corroboramos con un test de normalidad.

Tabla 34. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales en cada grupo estratificado por sexo

Estadísticos descriptivos						
Variable dependiente: PUNTUACIÓN GLOBAL						
GRUPO	SEXO	N	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media de 95%	
					Inferior	Superior
Sanos	Mujer	21	5,76	2,047	4,83	6,69
	Hombre	15	6,07	1,624	5,17	6,97
	Total	36	5,89	1,864	5,26	6,52
Miopía	Mujer	32	6,16	1,953	5,45	6,86
	Hombre	22	6,32	1,086	5,84	6,80
	Total	54	6,22	1,645	5,77	6,67
Hipermetropía	Mujer	12	6,42	2,429	4,87	7,96
	Hombre	3	5,33	2,082	0,16	10,50
	Total	15	6,20	2,336	4,91	7,49
Total	Mujer	65	6,08	2,056	5,57	6,59
	Hombre	40	6,15	1,369	5,71	6,59
	Total	105	6,10	1,818	5,75	6,46

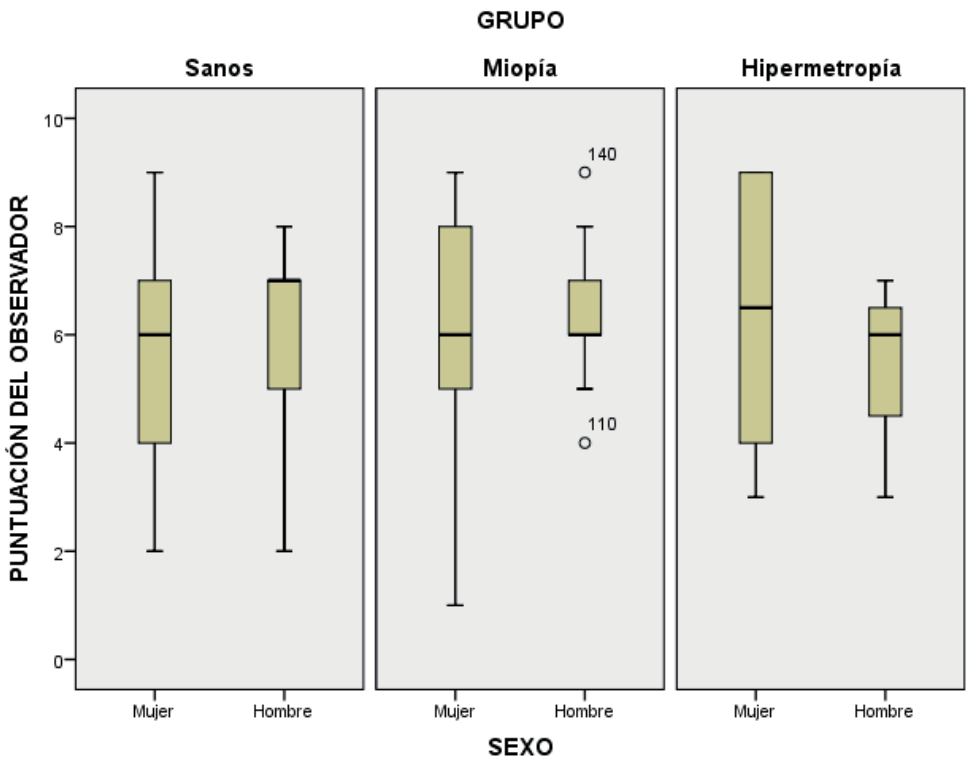


Figura 42. Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por sexo según grupo

Para contrastar si las puntuaciones medias globales son homogéneas en los tres grupos, utilizamos el test de Kruskal Wallis, dado que no se cumplen las condiciones de aplicación de la ANOVA. Los resultados no evidencian diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones medias globales de las mediciones ( $p = 0,74 > 0,05$ ).

En la Figura 40 observamos que las puntuaciones globales obtenidas cuando el participante utiliza un corrector visual son mayores que cuando no lo usa. La puntuación media global que se obtiene sin corrector es de 5,97 puntos, mientras que cuando se utiliza el corrector, la puntuación media global es de 6,43. No obstante, la prueba de Mann-Whitney indica que las diferencias entre las puntuaciones globales obtenidas al emplear o no el corrector pueden atribuirse al azar ( $p = 0,252$ ).

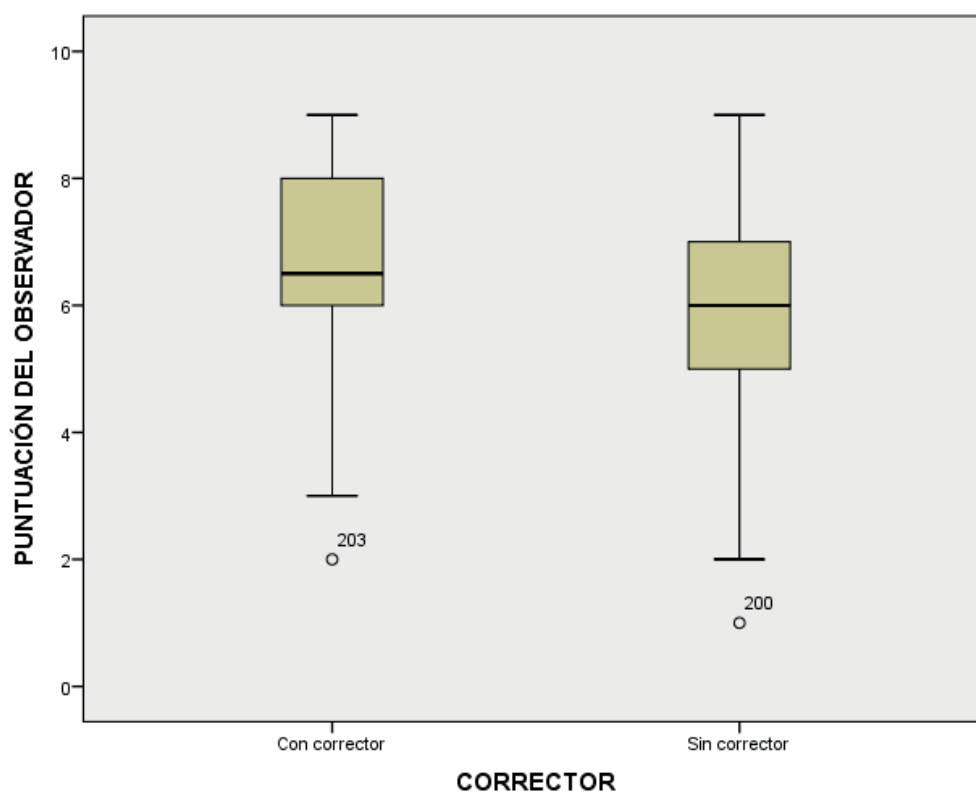


Figura 43. Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por uso del corrector

En la Figura 44 se muestran las puntuaciones globales obtenidas en cada grupo estratificando por sexo y teniendo en cuenta si el estudiante hizo uso del corrector. Considerando la puntuación global como variable dependiente, tratamos de estudiar el efecto conjunto que producen los factores sexo, grupo y uso del corrector. Los resultados indican que ninguno de los factores produce efectos significativos en la puntuación global.

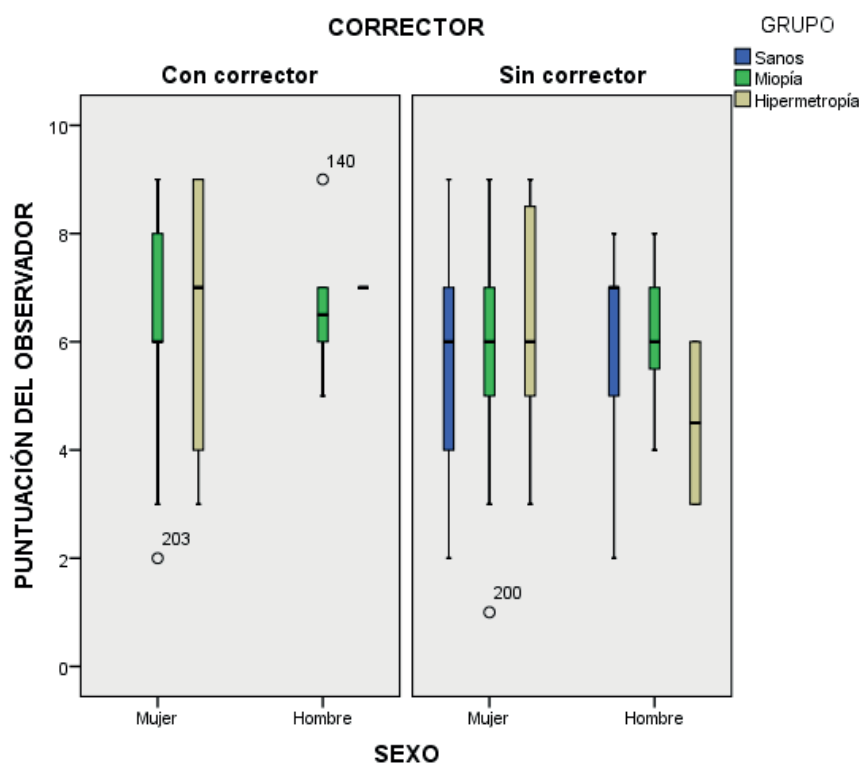


Figura 44. Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas en cada grupo por sexo y por uso del corrector

### 7.3. Análisis descriptivo de los aciertos en las dimensiones del color

#### 7.3.1. Distribución del porcentaje de aciertos

Como se dijo anteriormente, el mayor porcentaje de aciertos se dio en la dimensión del color correspondiente al valor, con un total de 255 aciertos; el tinte fue acertado en 191 ocasiones, es decir, un 60,6 % de las veces que se midió dicha dimensión del color; y la intensidad se acertó 195 veces, lo que supone un 61,9 % de las ocasiones en las que se comprobó esta dimensión del color.

En este apartado analizaremos qué datos de cada una de las dimensiones del color se aciertan con mayor frecuencia.

En la Figura 45 podemos ver el porcentaje de veces que el estudiante acierta cada vez que elige cada uno de los posibles datos de valor (1, 2, 3, 4, 5). Así vemos que el 77,8 % de los estudiantes que deciden que su pieza dental tiene claridad 1, aciertan; de entre los que optan por el valor 2, aciertan un 75 %; y así sucesivamente.

En la misma Figura 45, y de forma análoga, podemos ver el porcentaje de veces que el estudiante acierta cada vez que elige cada uno de los posibles datos de tinte (L, M, R). Así vemos que el 37,5 % de los estudiantes que indican que la pieza dental que se les ha asignado tiene tonalidad L, aciertan; de entre los que optan por la



tonalidad M, aciertan un 62 %; mientras que los que consideran que la tonalidad es la R, aciertan un 69,2 % de las veces.

De la misma manera podemos interpretar el porcentaje de veces que el estudiante acierta cada vez que elige cada uno de los posibles datos de intensidad (1, 1.5, 2, 2.5, 3). Los porcentajes pueden verse en la Figura 45.

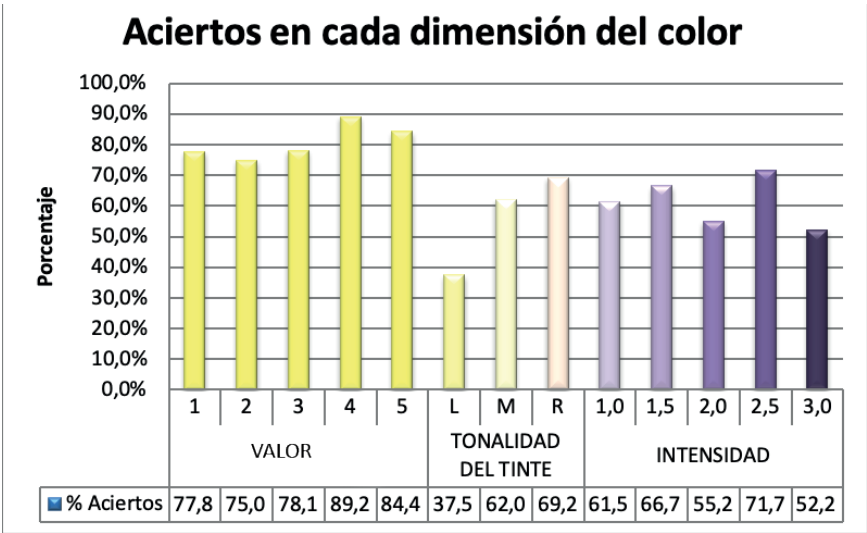


Figura 45. Distribución del porcentaje de aciertos en cada dimensión del color

En la Figura 46 podemos ver, entre los aciertos que se producen en cada dimensión del color, qué porcentaje de veces el estudiante acierta cada uno de los posibles valores de cada una de las dimensiones. Esto es, del total de aciertos que se producen en la claridad, los estudiantes aciertan con mayor frecuencia el valor 4 (un 29 % de los aciertos), seguido del valor 2 (un 28,2 % de los aciertos), y en menor proporción los aciertos se producen cuando eligen claridad 1. Análogamente, del total de aciertos que se producen en el tinte, el 52,9 % de los aciertos se producen al elegir la tonalidad M y el menor porcentaje de aciertos se da al elegir la tonalidad L (un 9,4 % del total de aciertos en esta dimensión). Por último, del total de aciertos que se producen en la intensidad, los estudiantes aciertan con mayor frecuencia la categoría 2,5 (un 41,5 % de los aciertos), seguido con distancia del valor 3,0 (con un 24,6 % de los aciertos), y la menor proporción los aciertos se producen cuando eligen intensidad 1,0.

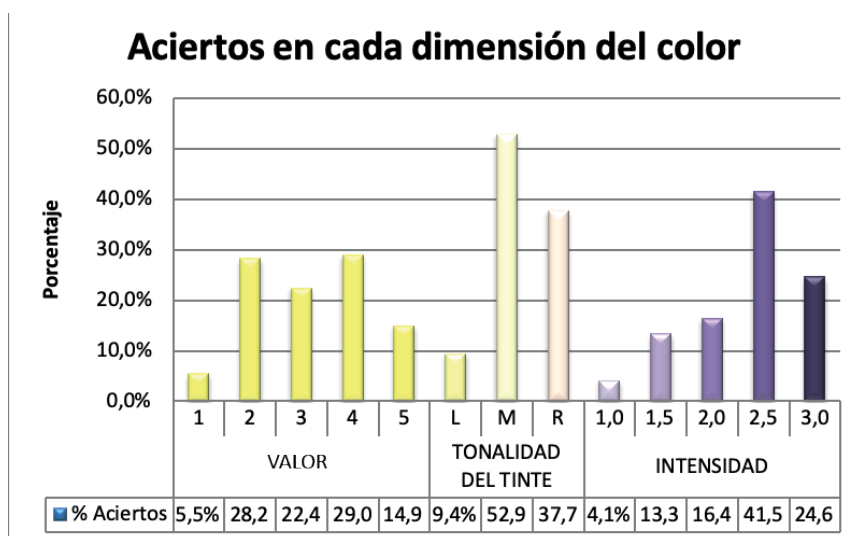


Figura 46. Distribución de los aciertos en cada dimensión del color

Para estudiar si los porcentajes de aciertos son homogéneos en cuanto a los valores de cada una de las dimensiones del color, calculamos el estadístico chi-cuadrado de Pearson. Para la claridad,  $\chi^2 = 6,69$  con un p-valor asociado igual a  $p = 0,153$ , resultando ser no significativo, es decir, con una seguridad del 95 % concluimos que existe homogeneidad del porcentaje de aciertos en la elección del valor de la claridad; para el tinte,  $\chi^2 = 14,103$  con un p-valor asociado igual a  $p = 0,001$ , resultando ser estadísticamente significativo, o lo que es lo mismo, con una seguridad del 95 % concluimos que no existe homogeneidad del porcentaje de aciertos en la elección del valor del tinte; para la intensidad,  $\chi^2 = 9,764$  con un p-valor asociado igual a  $p = 0,045$ , resultando ser estadísticamente significativo, por lo que concluimos con un riesgo del 5 % que no el porcentaje de aciertos y la elección del valor de la intensidad están relacionados.

Para medir el grado de relación calculamos los coeficientes Phi y V de Cramer. Para la relación «tinte y porcentaje de aciertos»,  $\phi = V = 0,212$  ( $p = 0,001$ ); para la asociación «intensidad y porcentaje de aciertos»,  $\phi = V = 0,176$  ( $p = 0,045$ ). En ambos casos, las medidas de asociación indican un grado de relación positiva muy pequeño aunque es estadísticamente significativo.

### 7.3.2. Distribución del porcentaje de aciertos por sexo

Al analizar los resultados por sexo, se obtienen resultados similares. Al estudiar si hay diferencias entre hombres y mujeres en el porcentaje de aciertos que se producen en cada elección de cada una de las dimensiones del color, se concluye que los aciertos según el sexo son homogéneos.

7.3.3. Distribución del porcentaje de aciertos por grupo

En este apartado analizaremos qué valores de cada una de las dimensiones del color se aciertan con mayor frecuencia teniendo en cuenta el grupo al que pertenece cada estudiante. La distribución de los aciertos en cada dimensión del color puede verse en la Figura 47.

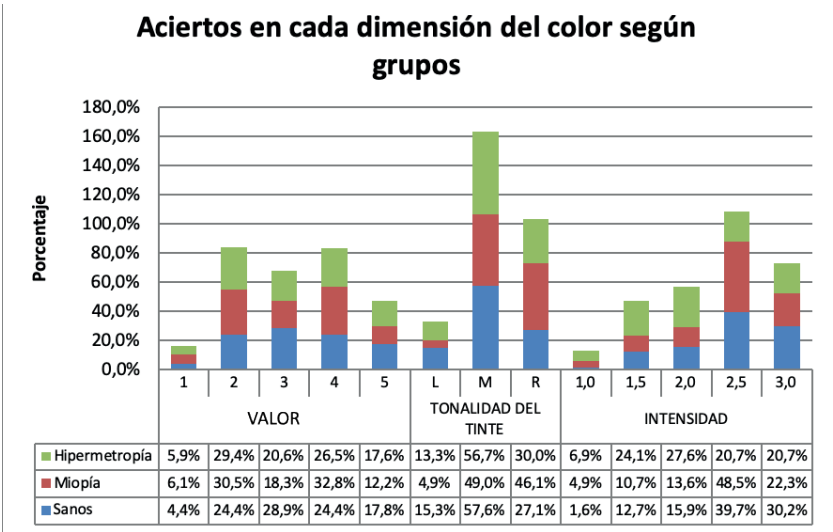


Figura 47. Distribución de los aciertos en cada dimensión del color estratificado por grupo

Estudiamos si existe relación entre el grupo al que pertenece el estudiante y el porcentaje de aciertos en la claridad elegida, no encontrando asociación ( $p = 0,602$ ). Análogamente estudiamos la relación entre el grupo y el porcentaje de aciertos en el tinte elegido, encontrando relación con una confianza del 95 % ( $p = 0,048$ ). El análisis de la relación entre el grupo y el porcentaje de aciertos en la intensidad elegida nos lleva a concluir que los grupos son homogéneos ( $p = 0,11$ ).

7.3.4. Distribución del porcentaje de aciertos por tipo de corrector

En este apartado analizaremos qué valores de cada una de las dimensiones del color se aciertan con mayor frecuencia teniendo en cuenta si el estudiante hizo uso o no del corrector visual. La distribución de los aciertos en cada dimensión del color puede verse en la Figura 48.

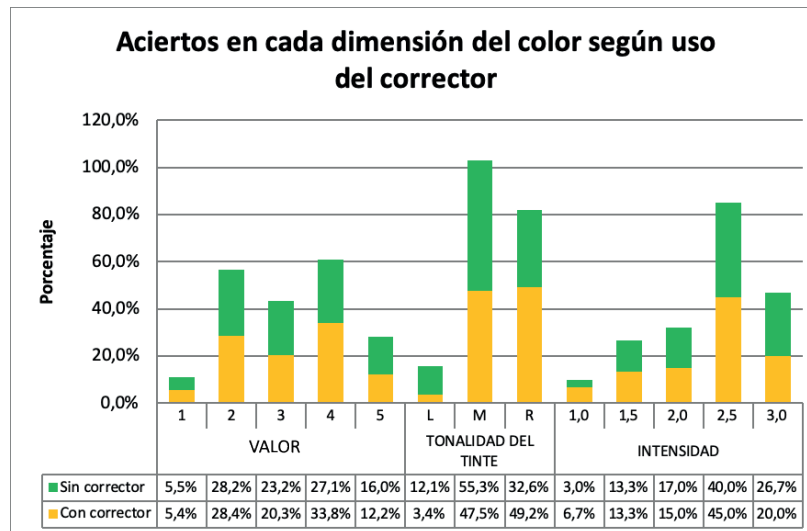


Figura 48. Distribución de los aciertos en cada dimensión del color estratificado por uso del corrector

Estudiamos si existe relación entre el porcentaje de aciertos y el valor elegido, no encontrando asociación ni en los que utilizan algún corrector visual ( $p = 0,281$ ) ni en los que no usan nada ( $p = 0,421$ ). Análogamente estudiamos la relación entre el porcentaje de aciertos y el tinte elegido, encontrando relación con una confianza del 95 % en los que usan corrector visual ( $p = 0,003$ ) pero no hallando relación entre los que no utilizan gafas o lentillas ( $p = 0,068$ ). El análisis de la relación entre el porcentaje de aciertos y la intensidad elegida nos lleva a concluir que los aciertos son homogéneos tanto cuando el estudiante usa corrector ( $p = 0,102$ ) como cuando no lo hace ( $p = 0,125$ ).

#### 7.4. Colores más o menos acertados

Los códigos que consiguen mayor número de aciertos son el 26, 29, 12 y 5.

Tabla 35. Distribución de las puntuaciones obtenidas según código

		PUNTUACIÓN EN EL TEST				Total
		0	1	2	3	
CÓDIGO DEL COLOR	26	2	5	2	28	37
	29	0	0	4	25	29
	12	4	6	5	19	34
	5	8	3	4	13	28
	10	3	7	0	9	19
	24	0	5	1	8	14
	19	2	4	1	8	15
	11	2	1	2	6	11
	28	1	0	0	6	7
	18	0	0	3	5	8
	17	1	5	0	5	11
	13	6	1	1	4	12
	6	3	1	0	4	8
	21	0	13	4	3	20
	7	0	3	2	3	8
	16	2	1	0	3	6
	27	0	0	0	3	3
	14	0	10	7	2	19
	9	2	3	1	2	8
	25	0	0	0	2	2
	22	0	0	2	1	3
	23	1	3	0	1	5
	15	0	1	0	1	2
	4	1	0	0	1	2
	20	0	2	1	0	3
	8	0	1	0	0	1
Total		38	75	40	162	315

En la Tabla 36 aparecen ordenados los códigos del color de las piezas dentales en función del porcentaje de veces que consiguen la máxima puntuación. Los códigos 25 y 27 son acertados el 100 % de las veces. El código 29 es acertado en las 3 dimensiones del color un 86,2 % de las veces que es asignado. También se da la situación de dientes que son muy acertados y simultáneamente muy equivocados, como es el código 4, donde la mitad de los estudiantes a los que se les asignó aciertan las 3 dimensiones del color y la otra mitad no acierta ninguna.

Tabla 36. Distribución de las puntuaciones obtenidas según código (porcentajes)

		PUNTUACIÓN EN EL TEST				Total
		0	1	2	3	
CÓDIGO DEL COLOR	25				100,0%	100,0%
	27				100,0%	100,0%
	29			13,8%	86,2%	100,0%
	28	14,3%			85,7%	100,0%
	26	5,4%	13,5%	5,4%	75,7%	100,0%
	18			37,5%	62,5%	100,0%
	24		35,7%	7,1%	57,1%	100,0%
	12	11,8%	17,6%	14,7%	55,9%	100,0%
	11	18,2%	9,1%	18,2%	54,5%	100,0%
	19	13,3%	26,7%	6,7%	53,3%	100,0%
	15		50,0%		50,0%	100,0%
	16	33,3%	16,7%		50,0%	100,0%
	6	37,5%	12,5%		50,0%	100,0%
	4	50,0%			50,0%	100,0%
	10	15,8%	36,8%		47,4%	100,0%
	5	28,6%	10,7%	14,3%	46,4%	100,0%
	17	9,1%	45,5%		45,5%	100,0%
	7		37,5%	25,0%	37,5%	100,0%
	22			66,7%	33,3%	100,0%
	13	50,0%	8,3%	8,3%	33,3%	100,0%
	9	25,0%	37,5%	12,5%	25,0%	100,0%
	23	20,0%	60,0%		20,0%	100,0%
	21		65,0%	20,0%	15,0%	100,0%
	14		52,6%	36,8%	10,5%	100,0%
	20		66,7%	33,3%		100,0%
	8		100,0%			100,0%
Total		12,1%	23,8%	12,7%	51,4%	100,0%

## AMPLIACIÓN (CONSIDERANDO A LOS MIOPEs E HIPERMÉTROPES EN UN SOLO GRUPO)

En el siguiente análisis comparamos las puntuaciones medias en los test de los sanos frente a los que tienen patología visual sin tener en cuenta el número de pruebas realizadas. Las diferencias entre los grupos no son estadísticamente significativas (t de Student para muestras independientes con varianzas homogéneas).

**Tabla 37. Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual**

Descriptivos								
PUNTUACIÓN EN EL TEST								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
No (Sanos)	108	1,96	1,110	,107	1,75	2,17	0	3
Sí (Miopía e hipermetropía)	207	2,07	1,115	,077	1,92	2,23	0	3
Total	315	2,03	1,112	,063	1,91	2,16	0	3

Nota: Hay 108 observaciones en sanos ( $36 \times 3 = 108$ ) y 207 en patológicos (las 3 que realizan todos, 30 miopes y 9 hipermetrópes, sin corrector, más las 3 que realizan 30 con patología –recordemos que había 9 personas con patología que no miden 2 veces porque no llevaban corrector–).

Análogamente comparamos las puntuaciones medias globales por observador en los sanos frente a los que tienen patología visual sin tener en cuenta el número de pruebas realizadas. **Las diferencias entre los grupos no son estadísticamente significativas.**

**Tabla 38. Puntuaciones medias de los observadores comparando sanos con grupo con patología visual**

Descriptivos								
PUNTUACIÓN DEL OBSERVADOR								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
No (Sanos)	36	5,89	1,864	,311	5,26	6,52	2	9
Sí (Miopía e hipermetropía)	69	6,22	1,798	,216	5,79	6,65	1	9
Total	105	6,10	1,818	,177	5,75	6,46	1	9

Nota: Hay 36 observaciones en sanos (cada individuo tiene una puntuación) y 69 en patológicos (los 39 que tienen patología visual realizan mediciones sin corrector, pero 30 realizan mediciones con corrector).

A continuación vamos a desglosar las puntuaciones medias de cada test y/o puntuaciones globales teniendo en cuenta el número de prueba realizada (medias con y sin corrector). (Este resultado, más ampliado, estaba en la Tabla 15 y Tabla 22).

**Tabla 39. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición y por observador**

		Estadísticos							
		Puntuac. test.1 (sin corrector visual)	Puntuac. test.2 (sin corrector visual)	Puntuac. test.3 (sin corrector visual)	Puntuac. test.4 (con corrector visual)	Puntuac. test.5 (con corrector visual)	Puntuac. test.6 (con corrector visual)	Puntuac. globales sin corrector visual	Puntuac. globales con corrector visual
N	Nº indiv.	75	75	75	30	30	30	75	30
	Perdidos	0	0	0	45	45	45	0	45
Media		1,91	1,81	2,25	1,90	2,23	2,30	5,97	6,43
Mediana		2	2	3	2	3	3	6	6,50
Moda		6	6	6	6	6	6	6 y 7	6
Desviación estándar		1,093	1,171	1,067	1,125	1,104	1,022	1,823	1,794
Mínimo		0	0	0	0	0	0	1	2
Máximo		3	3	3	3	3	3	9	9

## OBJETIVO 1

Analizar si las alteraciones visuales, miopía e hipermetropía, influyen en la percepción del color dental y evaluar si el uso de correctores (gafas o lentillas) mejoran los resultados.

Podemos considerarlo desde varios puntos de vista:

1. Fijándonos en las puntuaciones medias de cada test y/o puntuaciones globales medias obtenidas por cada grupo.
2. Fijándonos en el porcentaje de personas que aciertan las 3 dimensiones del color en cada grupo.

A. Comparando las puntuaciones (es decir, fijándonos en las puntuaciones medias de cada test y/o puntuaciones globales medias con y sin corrector)

A continuación, describimos las puntuaciones medias de los sanos frente a los que tienen patología visual en dos situaciones:



PRIMERA. Sanos frente a personas con patología cuando no usan corrector.

**Tabla 40. Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual cuando no usan corrector**

Descriptivos									
		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
PUNTUACIÓN EN EL TEST	No (Sanos)	108	1,96	1,110	,107	1,75	2,17	0	3
	Sí (Miopía e hipermetropía)	117	2,02	1,137	,105	1,81	2,23	0	3
	Total	225	1,99	1,122	,075	1,84	2,14	0	3
PUNTUACIÓN DEL OBSERVADOR	No (Sanos)	36	5,89	1,864	,311	5,26	6,52	2	9
	Sí (Miopía e hipermetropía)	39	6,05	1,806	,289	5,47	6,64	1	9
	Total	75	5,97	1,823	,211	5,55	6,39	1	9

La tabla muestra los estadísticos descriptivos. Aunque las puntuaciones medias de las personas con patología visual aunque no usen corrector son mayores que las de los sanos, las diferencias no son estadísticamente significativas (se ha comprobado con la t de Student para muestras independientes con varianzas homogéneas).

SEGUNDA. Sanos frente a personas con patología cuando sí usan corrector.

**Tabla 41. Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual cuando sí usan corrector**

Descriptivos									
		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
PUNTUACIÓN EN EL TEST	No (Sanos)	108	1,96	1,110	,107	1,75	2,17	0	3
	Sí (Miopía e hipermetropía)	90	2,14	1,087	,115	1,92	2,37	0	3
	Total	198	2,05	1,101	,078	1,89	2,20	0	3
PUNTUACIÓN DEL OBSERVADOR	No (Sanos)	36	5,89	1,864	,311	5,26	6,52	2	9
	Sí (Miopía e hipermetropía)	30	6,43	1,794	,328	5,76	7,10	2	9
	Total	66	6,14	1,839	,226	5,68	6,59	2	9

La tabla muestra los estadísticos descriptivos y permite comparar las puntuaciones medias de los sanos en las 3 mediciones con las que realizan las personas con patología cuando utilizan corrector. Aunque las puntuaciones medias de las personas con patología visual cuando usan corrector son mayores que las de los sanos, las diferencias no son estadísticamente significativas (se ha comprobado con la t de Student para muestras independientes con varianzas homogéneas).

B. Comparando los porcentajes de aciertos máximos (es decir, fijándonos en el porcentaje de personas que aciertan las 3 dimensiones del color).

Cuando se estudian los aciertos en general, sin comparar los grupos, se obtiene que en el test 1 y en el test 2 acertaron las tres dimensiones del color un 42,7 % de los participantes (tanto sanos como con patología sin corrector); en el test 3, un 62,7 %, y así sucesivamente.

**Tabla 42. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba**

	Nº personas que aciertan 3 dimensiones del color (puntuación en el test = 3)	Porcentaje de personas que aciertan 3 dimensiones del color (puntuación en el test = 3)	N
Puntuación test.1 (sin corrector visual)	32	42,7 %	75
Puntuación test.2 (sin corrector visual)	32	42,7 %	75
Puntuación test.3 (sin corrector visual)	47	62,7 %	75
Puntuación test.4 (con corrector visual)	13	43,3 %	30
Puntuación test.5 (con corrector visual)	19	63,3 %	30
Puntuación test.6 (con corrector visual)	19	63,3 %	30
Total	162	51,4 %	315

Si tenemos en cuenta el grupo al que pertenecen los participantes, los resultados son los que se muestran en la tabla siguiente. Las diferencias en los porcentajes de personas que sacan la puntuación máxima no son estadísticamente significativas al comparar a los sanos con los que presentan patología ocular en ninguna de las pruebas (estadístico Z para comparación de proporciones).

**Tabla 43. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual**

Puntuación en el test			Presencia de patología					
			No (Sanos)		Sí (Miopía e hipermetropía)		Total	
3	Prueba nº	1	14	27,5% <sub>a</sub>	18	16,2% <sub>a</sub>	32	19,8%
		2	17	33,3% <sub>a</sub>	15	13,5% <sub>b</sub>	32	19,8%
		3	20	39,2% <sub>a</sub>	27	24,3% <sub>a</sub>	47	29,0%
		4	0		13	11,7% <sub>b</sub>	13	8,0%
		5	0		19	17,1% <sub>b</sub>	19	11,7%
		6	0		19	17,1% <sub>b</sub>	19	11,7%
		Total	51	47,2% <sub>a</sub>	111	53,6% <sub>a</sub>	162	51,4%
Total	Prueba nº	1	36	33,3% <sub>a</sub>	39	18,8% <sub>b</sub>	75	23,8%
		2	36	33,3% <sub>a</sub>	39	18,8% <sub>b</sub>	75	23,8%
		3	36	33,3% <sub>a</sub>	39	18,8% <sub>b</sub>	75	23,8%
		4	0		30	14,5% <sub>b</sub>	30	9,5%
		5	0		30	14,5% <sub>b</sub>	30	9,5%
		6	0		30	14,5% <sub>b</sub>	30	9,5%
		Total	108		207		315	

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Presencia de patología categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel .05.

Cuando analizamos las puntuaciones máximas por observador, sin comparar los grupos, se obtiene que el 10,5 % de los participantes consigue 9 puntos. Si tenemos en cuenta el uso del corrector, la puntuación máxima la obtuvo un 9,3% de los participantes que no usaron corrector (bien porque eran sanos o porque fueron las primeras mediciones) y un 13,3% de los participantes que realizaron las valoraciones con corrector.

**Tabla 44. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por observador**

	Nº personas que aciertan las 3 dimensiones del color en todas las mediciones (puntuación observador = 9)	Porcentaje de personas que aciertan las 3 dimensiones del color en todas las mediciones (puntuación observador = 9)	n
Puntuación observador (sin corrector visual)	7	9,3 %	75
Puntuación observador (con corrector visual)	4	13,3 %	30
Total	11	10,5 %	105

Al tener en cuenta los grupos, los resultados son los que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 45. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por observador comparando sanos con grupo con patología visual**

PUNTUACIÓN DEL OBSERVADOR)		Presencia de patología				Total	
		No (Sanos)		Sí (Miopía e hipermetropía)			
9	sin corrector visual	3	100,0% <sub>a</sub>	4	50,0% <sub>a</sub>	7	63,6%
	con corrector visual	0		4	50,0% <sub>a</sub>	4	36,4%
	Total	3	8,3% <sub>a</sub>	8	11,6% <sub>a</sub>	11	10,5%
Total	sin corrector visual	36	100,0% <sub>a</sub>	39	56,5% <sub>b</sub>	75	71,4%
	con corrector visual	0		30	43,5% <sub>b</sub>	30	28,6%
	Total	36		69		105	
Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Presencia de patología categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel .05.							

Como en el caso anterior, comparamos los aciertos máximos de los sanos frente a los que tienen patología visual en dos situaciones:

PRIMERA. Sanos frente a personas con patología cuando no usan corrector.

**Tabla 46. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual cuando no usan corrector**

PUNTUACIÓN EN EL TEST			Presencia de patología				Total	
			No (Sanos)		Sí (Miopía e hipermetropía) sin corrector			
3	Prueba nº	1	14	27,5% <sub>a</sub>	18	30,0% <sub>a</sub>	32	19,8%
		2	17	33,3% <sub>a</sub>	15	25,0% <sub>b</sub>	32	19,8%
		3	20	39,2% <sub>a</sub>	27	45,0% <sub>a</sub>	47	29,0%
	Total		51	47,2% <sub>a</sub>	60	51,3% <sub>a</sub>	111	49,3%
Total	Prueba nº	1	36	33,3% <sub>a</sub>	39	33,3% <sub>a</sub>	75	33,3%
		2	36	33,3% <sub>a</sub>	39	33,3% <sub>a</sub>	75	33,3%
		3	36	33,3% <sub>a</sub>	39	33,3% <sub>a</sub>	75	33,3%
	Total		108		117		225	

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Presencia de patología categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Como puede observarse, las diferencias en los porcentajes de máximos aciertos en cada prueba son mayores en la primera y la tercera prueba en los individuos con patología cuando no usan corrector al compararlos con los sanos, pero las diferencias no son estadísticamente significativas. En la segunda prueba, los sanos aciertan las 3 dimensiones del color en todas las mediciones en mayor porcentaje que los que tienen alguna patología ocular pero no usan corrector. En este caso, las diferencias sí son estadísticamente significativas. Si no se tiene en cuenta el número de prueba, las diferencias desaparecen.

Cuando analizamos las puntuaciones máximas por observador al tener en cuenta los grupos, los resultados ya se vieron en la Tabla 45. Se consideran el 100% de las personas que logran 9 puntos en cada grupo. De las 7 personas que obtuvieron 9 puntos, 3 correspondían a sanos y el resto, presentaban alguna patología visual pero no usaron corrector para realizar las valoraciones.

SEGUNDA. Sanos frente a personas con patología cuando sí usan corrector.

**Tabla 47. Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual cuando sí usan corrector**

PUNTUACIÓN EN EL TEST			Presencia de patología				Total	
			No (Sanos)		Sí (Miopía e hipermetropía) con corrector			
3	Prueba nº	1	14	27,5% <sub>a</sub>	13	25,5% <sub>a</sub>	27	26,5%
		2	17	33,3% <sub>a</sub>	19	37,3% <sub>a</sub>	36	35,3%
		3	20	39,2% <sub>a</sub>	19	37,3% <sub>a</sub>	39	38,2%
	Total		51	47,2% <sub>a</sub>	51	56,7% <sub>a</sub>	102	51,5%
Total	Prueba nº	1	36	33,3% <sub>a</sub>	30	33,3% <sub>a</sub>	66	33,3%
		2	36	33,3% <sub>a</sub>	30	33,3% <sub>a</sub>	66	33,3%
		3	36	33,3% <sub>a</sub>	30	33,3% <sub>a</sub>	66	33,3%
	Total		108		90		198	

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Presencia de patología categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuando analizamos las puntuaciones máximas por observador al tener en cuenta los grupos, los resultados también figuran en la Tabla 45. Se consideran el 100% de las personas que logran 9 puntos en cada grupo. De las 7 personas que obtuvieron 9 puntos, 3 correspondían a sanos y el resto, presentaban alguna patología aunque ahora usaron corrector para realizar las valoraciones.

Aunque las puntuaciones medias de las personas con patología visual tanto si usan corrector como si no lo hacen son mayores que las de los sanos, **las diferencias no son estadísticamente significativas.**

## OBJETIVO 2

Analizar si las dimensiones del color (Valor, Tinte e Intensidad) se ven afectadas por las alteraciones visuales, miopía e hipermetropía, valorado en cuanto a porcentajes de aciertos con el test utilizado en este estudio.

Estadísticamente hablando, las diferencias no son significativas.

**Tabla 48. Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color según la utilización de corrector**

Aciertos en las dimensiones del color según grupo y uso de corrector		Sanos		Miopía o hipermetropía sin corrector		Miopía o hipermetropía con corrector		Total sin corrector		Total con patología ocular		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Aciertos en «valor»	Sí	90	83,3	91	77,8	74	82,2	181	80,4	165	79,7	255	81,0
	No	18	16,7	26	22,2	16	17,8	44	19,6	42	20,3	60	19,0
	Total	108	100	117	100	90	100	225	100	207	100	315	100
Aciertos en «tinte»	Sí	59	54,6	73	62,4	59	65,6	132	58,7	132	63,8	191	60,6
	No	49	45,4	44	37,6	31	34,4	93	41,3	75	36,2	124	39,4
	Total	108	100	117	100	90	100	225	100	207	100	315	100
Aciertos en «intensidad»	Sí	63	58,3	72	61,5	60	66,7	135	60,0	132	63,8	195	61,9
	No	45	41,7	45	38,5	30	33,3	90	40,0	75	36,2	120	38,1
	Total	108	100	117	100	90	100	225	100	207	100	315	100

Para la dimensión del color «Valor», al comparar a los sanos con los patológicos sin corrector, se obtiene que aciertan un 83,3% y un 77,8% respectivamente. Cuando los patológicos utilizan corrector, el porcentaje asciende al 82,2%, no resultando ser estadísticamente significativas las diferencias en ninguna de las comparaciones (patológicos sin corrector vs. sanos, patológicos sin corrector vs patológicos con corrector).

Tabla cruzada						
CORRECTOR				Presencia de patología		Total
				No (Sanos)	Sí (Miopía e hipermetropía)	
Con corrector	ACIERTO VALOR	Sí	Recuento		74	74
			% dentro de Presencia de patología		82,2%	82,2%
		No	Recuento		16	16
			% dentro de Presencia de patología		17,8%	17,8%
		Total	Recuento		90	90
			% dentro de Presencia de patología		100,0%	100,0%
Sin corrector	ACIERTO VALOR	Sí	Recuento	90	91	181
			% dentro de Presencia de patología	83,3%	77,8%	80,4%
		No	Recuento	18	26	44
			% dentro de Presencia de patología	16,7%	22,2%	19,6%
		Total	Recuento	108	117	225
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%
Total	ACIERTO VALOR	Sí	Recuento	90	165	255
			% dentro de Presencia de patología	83,3%	79,7%	81,0%
		No	Recuento	18	42	60
			% dentro de Presencia de patología	16,7%	20,3%	19,0%
		Total	Recuento	108	207	315
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%

Para la dimensión del color «Tinte», al comparar a los sanos con los patológicos sin corrector, se obtiene que aciertan un 54,6% y un 62,4% respectivamente. Cuando los patológicos utilizan corrector, el porcentaje asciende al 65,6%, no resultando ser estadísticamente significativas las diferencias en ninguna de las comparaciones (patológicos sin corrector vs. sanos, patológicos sin corrector vs patológicos con corrector).



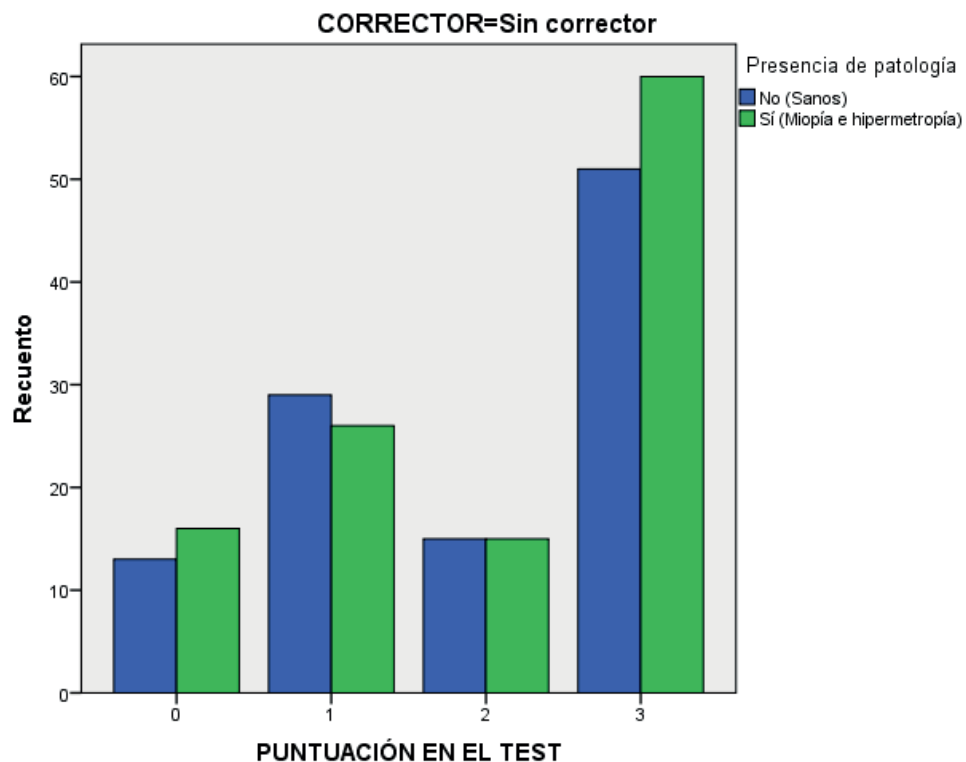
Tabla cruzada						
CORRECTOR				Presencia de patología		Total
				No (Sanos)	Sí (Miopía e hipermetropía)	
Con corrector	ACIERTO TINTE	Sí	Recuento		59	59
			% dentro de Presencia de patología		65,6%	65,6%
		No	Recuento		31	31
			% dentro de Presencia de patología		34,4%	34,4%
	Total		Recuento		90	90
			% dentro de Presencia de patología		100,0%	100,0%
Sin corrector	ACIERTO TINTE	Sí	Recuento	59	73	132
			% dentro de Presencia de patología	54,6%	62,4%	58,7%
		No	Recuento	49	44	93
			% dentro de Presencia de patología	45,4%	37,6%	41,3%
	Total		Recuento	108	117	225
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%
Total	ACIERTO TINTE	Sí	Recuento	59	132	191
			% dentro de Presencia de patología	54,6%	63,8%	60,6%
		No	Recuento	49	75	124
			% dentro de Presencia de patología	45,4%	36,2%	39,4%
	Total		Recuento	108	207	315
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%

Para la dimensión del color «Intensidad», al comparar a los sanos con los patológicos sin corrector, se obtiene que aciertan un 58,3% y un 61,5% respectivamente. Cuando los patológicos utilizan corrector, el porcentaje asciende al 66,7%, no resultando ser estadísticamente significativas las diferencias en ninguna de las comparaciones (patológicos sin corrector vs. sanos, patológicos sin corrector vs patológicos con corrector).

Tabla cruzada						
CORRECTOR				Presencia de patología		Total
				No (Sanos)	Sí (Miopía e hipermetropía)	
Con corrector	ACIERTO INTENSIDAD	Sí	Recuento		60	60
			% dentro de Presencia de patología		66,7%	66,7%
		No	Recuento		30	30
			% dentro de Presencia de patología		33,3%	33,3%
	Total		Recuento		90	90
			% dentro de Presencia de patología		100,0%	100,0%
Sin corrector	ACIERTO INTENSIDAD	Sí	Recuento	63	72	135
			% dentro de Presencia de patología	58,3%	61,5%	60,0%
		No	Recuento	45	45	90
			% dentro de Presencia de patología	41,7%	38,5%	40,0%
	Total		Recuento	108	117	225
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%
Total	ACIERTO INTENSIDAD	Sí	Recuento	63	132	195
			% dentro de Presencia de patología	58,3%	63,8%	61,9%
		No	Recuento	45	75	120
			% dentro de Presencia de patología	41,7%	36,2%	38,1%
	Total		Recuento	108	207	315
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%

El porcentaje de aciertos en las 3 dimensiones lo mide el porcentaje de personas que obtienen 3 puntos en cada prueba. Al comparar a los sanos con los patológicos sin corrector, se obtiene que aciertan las 3 dimensiones del color un 47,2% y un 51,3% respectivamente. Cuando los patológicos utilizan corrector, el porcentaje asciende al 56,7%, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. También podemos observar el porcentaje de personas que obtienen la puntuación mínima.

Tabla cruzada PUNTUACIÓN EN EL TEST *Presencia de patología* CORRECTOR						
CORRECTOR				Presencia de patología		Total
				No (Sanos)	Sí (Miopía e hipermetropía)	
Con corrector	PUNTUACIÓN EN EL TEST	0	Recuento		9	9
			% dentro de Presencia de patología		10,0%	10,0%
		1	Recuento		20	20
			% dentro de Presencia de patología		22,2%	22,2%
		2	Recuento		10	10
			% dentro de Presencia de patología		11,1%	11,1%
		3	Recuento		51	51
			% dentro de Presencia de patología		56,7%	56,7%
		Total	Recuento		90	90
			% dentro de Presencia de patología		100,0%	100,0%
Sin corrector	PUNTUACIÓN EN EL TEST	0	Recuento	13	16	29
			% dentro de Presencia de patología	12,0%	13,7%	12,9%
		1	Recuento	29	26	55
			% dentro de Presencia de patología	26,9%	22,2%	24,4%
		2	Recuento	15	15	30
			% dentro de Presencia de patología	13,9%	12,8%	13,3%
		3	Recuento	51	60	111
			% dentro de Presencia de patología	47,2%	51,3%	49,3%
		Total	Recuento	108	117	225
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%
Total	PUNTUACIÓN EN EL TEST	0	Recuento	13	25	38
			% dentro de Presencia de patología	12,0%	12,1%	12,1%
		1	Recuento	29	46	75
			% dentro de Presencia de patología	26,9%	22,2%	23,8%
		2	Recuento	15	25	40
			% dentro de Presencia de patología	13,9%	12,1%	12,7%
		3	Recuento	51	111	162
			% dentro de Presencia de patología	47,2%	53,6%	51,4%
		Total	Recuento	108	207	315
			% dentro de Presencia de patología	100,0%	100,0%	100,0%



### OBJETIVO 3

Evaluar la miopía y la hipermetropía asociada al género masculino o femenino del operador como factor a tener en cuenta en los resultados de la selección de los colores dentales.

Comparamos las puntuaciones medias obtenidas por hombres y mujeres en los tests sin tener en cuenta el número de prueba. Por término medio, las mujeres sanas obtienen mejores puntuaciones que las que tienen patología, pero la diferencia no es estadísticamente significativa. En los hombres ocurre a la inversa; las puntuaciones medias son mayores en los que tienen alguna patología que en los sanos, pero dichas diferencias pueden explicarse por el azar. Tampoco hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres. (Todas las significaciones se han realizado con la prueba t de Student).

Estadísticos descriptivos  
Variable dependiente: PUNTUACIÓN EN EL TEST

SEXO	Presencia de patología	Media	Desviación estándar	N
Mujer	No (Sanos)	1,92	1,182	63
	Sí (Miopía e hipermetropía)	2,08	1,109	132
	Total	2,03	1,133	195
Hombre	No (Sanos)	2,02	1,011	45
	Sí (Miopía e hipermetropía)	2,07	1,131	75
	Total	2,05	1,083	120
Total	No (Sanos)	1,96	1,110	108
	Sí (Miopía e hipermetropía)	2,07	1,115	207
	Total	2,03	1,112	315

#### OBJETIVO 4

Determinar qué elementos del color son más fáciles/difíciles de seleccionar por los participantes, con y sin alteraciones visuales, empleando el método subjetivo con la guía 3-D Master (Vita).

La dimensión más acertada es el valor seguida de la intensidad del tinte. Puede responderse viendo la Figura 45. Dentro de la dimensión valor, la más acertada es la 4, seguida de la 5. En el tinte, el orden descendente sería R, M, L; las intensidades más acertadas son 2.5 seguido de 1.5.

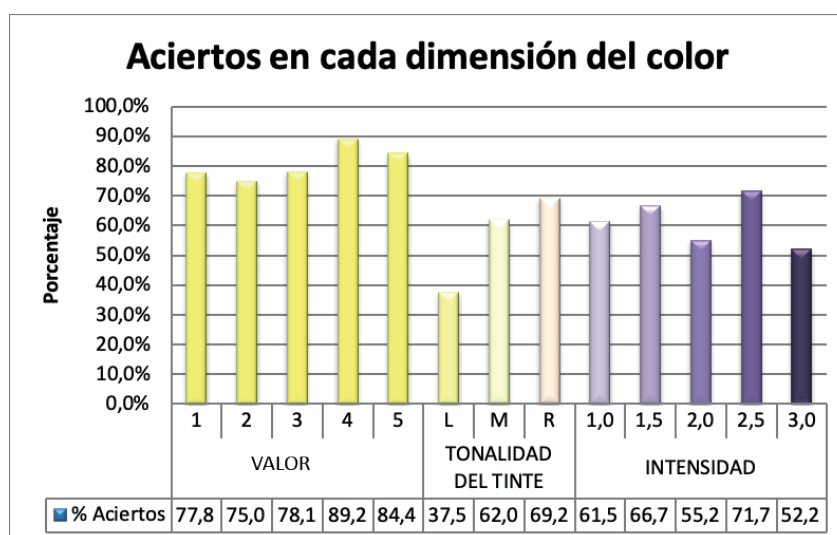


Figura 45. Distribución del porcentaje de aciertos en cada dimensión del color

Sin tener en cuenta la medición (si es la primera, segunda o tercera, sin o con corrector), las tablas siguientes muestran qué «diente» de la guía Vita 3D Master tiene una dimensión más fácil de detectar:

Para valor:

		ACIERTO VALOR		Total	
		Sí	No		
CÓDIGO DEL COLOR	29	29	0	29	100,00%
	21	20	0	20	100,00%
	14	19	0	19	100,00%
	20	3	0	3	100,00%
	27	3	0	3	100,00%
	25	2	0	2	100,00%
	8	1	0	1	100,00%
	26	34	3	37	91,89%
	12	30	4	34	88,24%
	7	7	1	8	87,50%
	18	7	1	8	87,50%
	28	6	1	7	85,71%
	11	9	2	11	81,82%
	19	12	3	15	80,00%
	23	4	1	5	80,00%
	10	15	4	19	78,95%
	24	11	3	14	78,57%
	17	8	3	11	72,73%
	16	4	2	6	66,67%
	6	5	3	8	62,50%
	9	5	3	8	62,50%
	4	1	1	2	50,00%
	15	1	1	2	50,00%
	5	13	15	28	46,43%
	13	5	7	12	41,67%
	22	1	2	3	33,33%
Total		255	60	315	

Para tinte:

		ACIERTO TINTE		Total	
		Sí	No		
CÓDIGO DEL COLOR	29	29	0	29	100,00%
	18	8	0	8	100,00%
	22	3	0	3	100,00%
	27	3	0	3	100,00%
	15	2	0	2	100,00%
	25	2	0	2	100,00%
	28	6	1	7	85,71%
	24	11	3	14	78,57%
	26	29	8	37	78,38%
	5	20	8	28	71,43%
	17	7	4	11	63,64%
	12	20	14	34	58,82%
	11	6	5	11	54,55%
	19	8	7	15	53,33%
	10	10	9	19	52,63%
	6	4	4	8	50,00%
	7	4	4	8	50,00%
	16	3	3	6	50,00%
	4	1	1	2	50,00%
	13	5	7	12	41,67%
	9	3	5	8	37,50%
	23	1	4	5	20,00%
	14	3	16	19	15,79%
	21	3	17	20	15,00%
	8	0	1	1	0,00%
	20	0	3	3	0,00%
	Total	191	124	315	

Para intensidad:

Recuento						
		ACIERTO INTENSIDAD		Total		
		Sí	No			
CÓDIGO DEL COLOR	22	3	0	3	100,00%	
	27	3	0	3	100,00%	
	25	2	0	2	100,00%	
	29	25	4	29	86,21%	
	28	6	1	7	85,71%	
	26	30	7	37	81,08%	
	18	6	2	8	75,00%	
	11	8	3	11	72,73%	
	12	23	11	34	67,65%	
	19	10	5	15	66,67%	
	24	9	5	14	64,29%	
	7	5	3	8	62,50%	
	5	17	11	28	60,71%	
	6	4	4	8	50,00%	
	16	3	3	6	50,00%	
	4	1	1	2	50,00%	
	15	1	1	2	50,00%	
	10	9	10	19	47,37%	
	17	5	6	11	45,45%	
	14	8	11	19	42,11%	
	13	5	7	12	41,67%	
	9	3	5	8	37,50%	
	21	7	13	20	35,00%	
	20	1	2	3	33,33%	
	23	1	4	5	20,00%	
	8	0	1	1	0,00%	
	Total		195	120	315	



Para saber qué piezas dentales son las más acertadas en sus 3 dimensiones, utilizamos las puntuaciones por test:

		PUNTUACIÓN EN EL TEST				Total	
		0	1	2	3		
CÓDIGO DEL COLOR	27	0	0	0	3	3	100,00%
	25	0	0	0	2	2	100,00%
	29	0	0	4	25	29	86,21%
	28	1	0	0	6	7	85,71%
	26	2	5	2	28	37	75,68%
	18	0	0	3	5	8	62,50%
	24	0	5	1	8	14	57,14%
	12	4	6	5	19	34	55,88%
	11	2	1	2	6	11	54,55%
	19	2	4	1	8	15	53,33%
	6	3	1	0	4	8	50,00%
	16	2	1	0	3	6	50,00%
	4	1	0	0	1	2	50,00%
	15	0	1	0	1	2	50,00%
	10	3	7	0	9	19	47,37%
	5	8	3	4	13	28	46,43%
	17	1	5	0	5	11	45,45%
	7	0	3	2	3	8	37,50%
	13	6	1	1	4	12	33,33%
	22	0	0	2	1	3	33,33%
	9	2	3	1	2	8	25,00%
	23	1	3	0	1	5	20,00%
	21	0	13	4	3	20	15,00%
	14	0	10	7	2	19	10,53%
	8	0	1	0	0	1	0,00%
	20	0	2	1	0	3	0,00%
Total		38	75	40	162	315	

Teniendo en cuenta el nº de veces que han sido evaluados, los dientes 25 y 27 son los más sencillos, seguidos del 29, 28, 26, donde más del 75% de las veces han sido bien clasificados. Por el contrario, los dientes en los que no se ha acertado en las 3 dimensiones son el 8 y el 20. También muestran bajos porcentajes de aciertos las piezas dentales 14, 21, 23 y 9, con porcentajes inferiores o iguales al 25% de las veces que han sido valorados.

## OTROS RESULTADOS

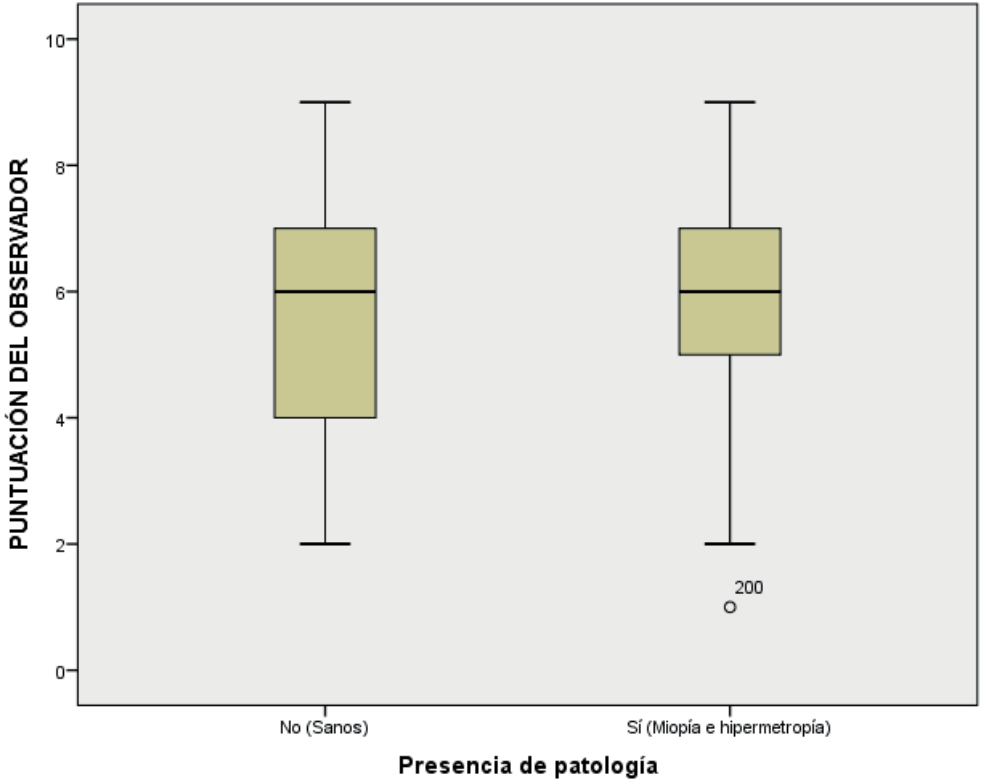
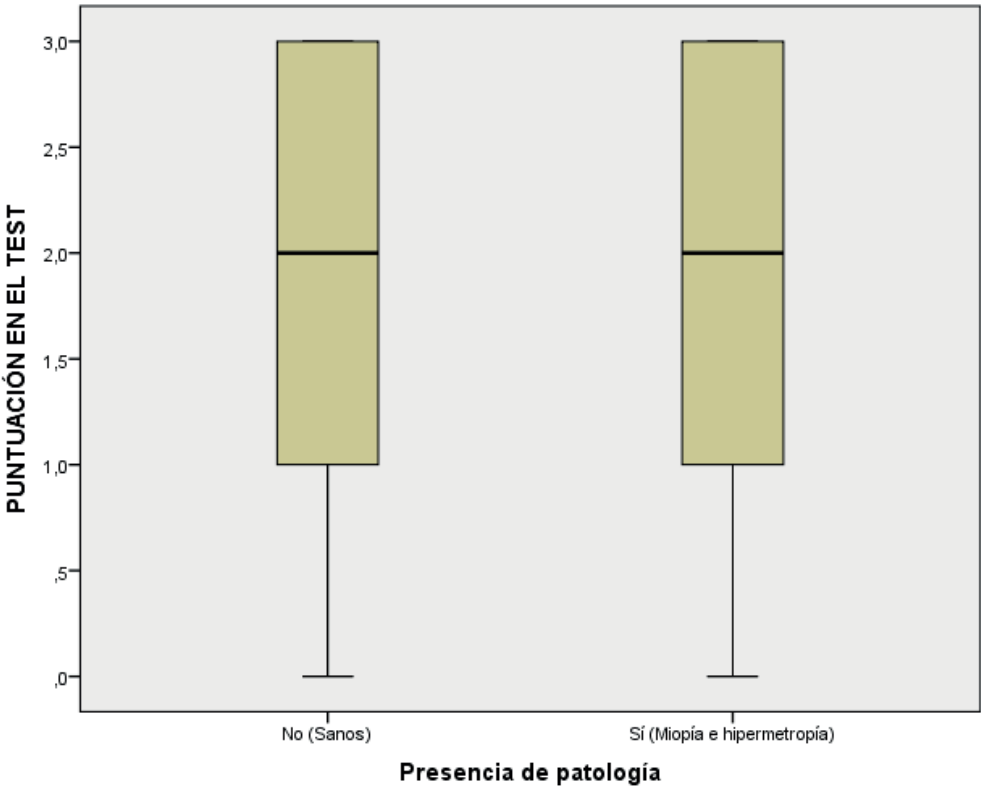
La puntuación media de todas las mediciones realizadas por los sanos es 1,97 (en 36 mediciones) frente a 1,91 (en 69 mediciones –sin tener en cuenta el uso o no de corrector visual) en los que presentan alguna patología visual.

Descriptivos				
	Presencia de patología		Estadístico	Error estándar
PUNTUACIÓN EN EL TEST	No (Sanos)	Media	1,97	,189
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,59
			Límite superior	2,36
		Media recortada al 5%	2,02	
		Mediana	2,00	
		Varianza	1,285	
		Desviación estándar	1,134	
		Mínimo	0	
		Máximo	3	
		Rango	3	
		Rango intercuartil	2	
		Asimetría	-,566	,393
		Curtosis	-1,185	,768
	Sí (Miopía e hipermetropía)	Media	1,91	,143
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,63
			Límite superior	2,20
		Media recortada al 5%	1,96	
		Mediana	2,00	
		Varianza	1,404	
		Desviación estándar	1,185	
		Mínimo	0	
		Máximo	3	
		Rango	3	
		Rango intercuartil	2	
		Asimetría	-,428	,289
		Curtosis	-1,448	,570

La puntuación media de los observadores sanos es 5,89 (en 36 mediciones) frente a 6,22 (en 69 mediciones –sin tener en cuenta el uso o no de corrector visual) registrada por los que tienen alguna patología visual.

Descriptivos				
	Presencia de patología		Estadístico	Error estándar
PUNTUACIÓN DEL OBSERVADOR	No (Sanos)	Media	5,89	,311
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,26
			Límite superior	6,52
		Media recortada al 5%	5,93	
		Mediana	6,00	
		Varianza	3,473	
		Desviación estándar	1,864	
		Mínimo	2	
		Máximo	9	
		Rango	7	
		Rango intercuartil	3	
		Asimetría	-,222	,393
		Curtosis	-,655	,768
	Sí (Miopía e hipermetropía)	Media	6,22	,216
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,79
			Límite superior	6,65
		Media recortada al 5%	6,29	
		Mediana	6,00	
		Varianza	3,231	
		Desviación estándar	1,798	
		Mínimo	1	
		Máximo	9	
		Rango	8	
		Rango intercuartil	2	
		Asimetría	-,540	,289
		Curtosis	,322	,570

Gráficamente podemos verificar que la puntuación mediana es la misma para personas con y sin patología visual.



En la tabla siguiente se obtienen las puntuaciones medias por observador en cada test teniendo en cuenta el grupo. Estas comparaciones son por participantes y no por mediciones. Las diferencias entre las medias de los sanos con las de los que presentan patología no son estadísticamente significativas (prueba t de Student).

Estadísticas de grupo					
	Presencia de patología	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
puntuación_test.1:	No (Sanos)	36	1,86	1,046	,174
	Sí (Miopía e hipermetropía)	39	1,95	1,146	,183
puntuación_test.2:	No (Sanos)	36	1,97	1,134	,189
	Sí (Miopía e hipermetropía)	39	1,67	1,199	,192
puntuación_test.3:	No (Sanos)	36	2,06	1,170	,195
	Sí (Miopía e hipermetropía)	39	2,44	,940	,151
puntuación_test.4:	No (Sanos)	0	.	.	.
	Sí (Miopía e hipermetropía)	30	1,90	1,125	,205
puntuación_test.5:	No (Sanos)	0	.	.	.
	Sí (Miopía e hipermetropía)	30	2,23	1,104	,202
puntuación_test.6:	No (Sanos)	0	.	.	.
	Sí (Miopía e hipermetropía)	30	2,30	1,022	,187

## 8. Discusión

En las últimas décadas, la demanda en odontología estética, protésica y restauradora ha aumentado considerablemente, principalmente debido a la llegada de nuevos y mejorados materiales, técnicas más avanzadas y simplificadas y una mayor demanda y preocupación de la población por su salud dental. En este campo de la odontología estética, protésica y restauradora, el odontólogo tiene un importante papel en la evaluación del color dental, ya que el color es un componente vital de la odontología (151). El color dental tiene una gran importancia para el paciente siendo uno de los parámetros más importantes a la hora de quedar satisfecho con el trabajo realizado por el odontólogo. Además, el odontólogo debe tener la capacidad, no solo de evaluar correctamente el color dental, si no de comunicársela al protésico dental que es el que realizará la prótesis definitiva. En general los odontólogos no tienen amplios conocimientos en la fisiología de la visión o ciencia del color y por ese motivo es importante que ejerciten su percepción del color con el fin de mejorar su capacitación para llevar a cabo los distintos procedimientos dentales (152). Una mejor comprensión y conocimiento de cómo percibe el ojo y cómo el cerebro interpreta tanto la luz como el color es importante para conseguir restauraciones estéticas exitosas (153).

Son muchos los estudios previos que han determinado que los tres factores de los que depende el color dental son: (a) la fuente de luz, (b) el objeto y (c) el observador (154). Cada uno de estos factores es una variable y cuando alguno de estos se altera, la percepción cambia (155).

De estos tres factores, la iluminación del gabinete dental y su papel en la toma de color ha sido ampliamente estudiado (156). La determinación del color dental, principalmente mediante guías dentales, depende del tipo de iluminación: luz de día, luz fluorescente, luz incandescente, etc. Por ello es muy importante que el odontólogo se asegure de contar con la iluminación adecuada, ya sea natural o artificial, para poder realizar una medición del color efectiva (157). La intensidad y el tinte son las propiedades del color que más se ven afectadas por la fuente de luz, mientras que el valor es la dimensión que apenas se ve afectada de manera significativa por el tipo de iluminación (51).

En cuanto a los principios y propiedades del objeto a observar, en este caso el diente, se va a ver determinadas por su estructura. La dentina y el esmalte determinan la estructura del diente y por lo tanto sus propiedades ópticas: translucidez, metamerismo, opalescencia, fluorescencia, reflexión y refracción de la luz. (2)

Por último, el tercer factor a tener en cuenta en la medición del color dental es el **observador**. Muchos estudios han tratado de determinar la importancia del observador en la toma del color dental estudiando variables como el género, la edad y la experiencia del observador (51). Uno de los principales factores que va a jugar un papel esencial en la selección del color dental es el ojo. El ojo humano consta de unas células receptoras del color que son los conos y los bastones. Estos fotorreceptores se localizan en la retina, recogiendo la luz que llega hasta esta estructura y transformándola en impulsos eléctricos, que son enviados al cerebro para que se procese la información. Los conos, menos numerosos que los bastones, son menos sensibles a luz, se encargan de la visión diurna y de la percepción de los colores primarios. Los bastones mucho más sensibles a la luz son los encargados de la visión monocromática en bajos niveles de iluminación (visión nocturna) y perciben luminosidad.

Se entiende que cualquier alteración, patología o anomalía en la visión del observador, es decir, del odontólogo, puede tener un importante papel en la percepción del color. La mayoría de los estudios se han centrado en evaluar la importancia de las alteraciones específicas de la visión del color (discromatopsias) en la toma del color dental (158). Estas anomalías en la percepción del color parecen ser más frecuentes en hombres que en mujeres. Se estima que el entre el 8-9 % de la población masculina sufre alguna anomalía en la visión del color, mientras que solo entre un 0,5-1% de las mujeres padecen esta alteración (159). Las alteraciones más frecuentes se producen en la capacidad de ver tonalidades de verde y rojo, mientras que las deficiencias relativas a los colores azul y amarillo son menos frecuentes y generalmente afectan a hombres y mujeres por igual. En los últimos años han surgido trabajos que han tratado de determinar la prevalencia de las discromatopsias en los odontólogos, así como su influencia en la toma del color dental. La mayoría de los estudios coinciden al no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre observadores «normales» y los observadores «defectuosos de color» (154). Los profesionales con patologías de percepción de colores no parecen verse afectados a la hora de tomar el color dental ni en el tinte ni en la intensidad (154, 160).

A pesar de que el ojo es el principal órgano de la visión y por lo tanto su implicación en la determinación de color dental evidente, se ha estudiado muy poco de la relación que pueden tener otras alteraciones visuales, como las alteraciones refractarias, en la percepción del color dental.

La miopía es el error de refracción más frecuente, seguida de la hipermetropía. La miopía es un defecto de refracción del ojo en la que las imágenes quedan enfocadas por delante de la retina, dando lugar a una visión borrosa de los objetos lejanos (161). La miopía de baja graduación o miopía simple puede corregirse mediante correctores ópticos (con gafas o lentes de contacto) o quirúrgica. Por el contrario,

cuando la miopía es elevada (mayor de 6 dioptrías) se denomina miopía magna o miopía patológica. A diferencia de la miopía simple, la miopía magna es una enfermedad ocular en la que existe un alargamiento excesivo del globo ocular que da lugar a un estiramiento anómalo de todas las estructuras del ojo, especialmente de la retina que queda adelgazada y la predispone a tener alteraciones. Por el contrario, la hipermetropía se debe a un defecto de la forma del ojo. El ojo hipermetrope es más corto de lo normal y este menor tamaño provoca ese enfoque deficiente de la luz procedente de los objetos en la retina (162). En un porcentaje menor de hipermetropes el problema no es la forma del ojo, sino que el cristalino no tiene la suficiente potencia.

Las personas con alteraciones refractarias, fundamentalmente con miopía, tienen una mayor susceptibilidad de presentar complicaciones oculares. Algunas de las complicaciones que se asocian con la miopía, fundamentalmente con la miopía magna, están relacionadas con la dificultad para la percepción de los colores (discromatopsia). Se ha descrito una importante asociación entre miopía y las distrofias de conos y bastones (163). También existe una mayor incidencia de miopía en personas con deficiencia de visión rojo-verde o con tritanopía (164). De hecho, algunos autores señalan el importante papel la aberración cromática longitudinal (ACL) en el desarrollo de errores refractivos, fundamentalmente de la miopía. La ACL hace que un solo objeto forme múltiples imágenes cromáticas dentro del ojo, ubicadas a diferentes distancias de la retina para imágenes de diferentes colores. (165, 166).

En el presente estudio hemos analizado si las alteraciones refractarias de la visión (miopía e hipermetropía) influyen en la percepción del color dental o en alguna de sus dimensiones. Para poder determinar que las variaciones en la percepción del color, si las hubiera, se debían a las alteraciones refractarias, era necesario descartar previamente que los participantes del estudio presentaran algún tipo de discromatopsia. Por lo tanto, como criterio de exclusión para el presente estudio se ha utilizado el test de Ishihara. Esta prueba es el test más utilizado para diagnóstico y clasificación de discromatopsias (167) aunque además es muy útil para otros procesos como conocer el estado del nervio óptico y sus fibras en patologías como el Graves-Basedow o compresión nerviosa en tumores, etc.

Las afecciones por alteraciones refractarias, fundamentalmente la miopía, se han convertido en la actualidad en un importante problema de salud pública (168). Las estimaciones globales indican que en el 2015 existían 312 millones de miopes, cifra que puede ascender a 324 millones para el 2025 y a 475,8 millones para el 2050. Este dato indica que en el 2050 aproximadamente la mitad de la población será miope.

En nuestro estudio, el grupo seleccionado corresponde a un total de 75 participantes, de los que el 52% tenía una patología relacionada con las alteraciones de refracción. Esta tasa es bastante superior a la de la población europea (en la cual en torno a un 34% padece alguno de estos problemas visuales). Sin embargo, se aproxima bastante a los estudios de prevalencia realizados en España donde casi el 50% de la población requiere corrección visual, por lo que la muestra selecciona-



da en el presente trabajo puede ser representativa de la situación española actual. La alteración refractaria más frecuente es la miopía. En nuestro estudio, un 40% de los participantes presentaban esta alteración visual. Actualmente, casi el 30% de la población es miope, aunque hay regiones como la Comunidad Aragonesa o la Rioja donde el número de afectados supera el 40%. En Madrid, los datos se sitúan en torno a un 33%. La hipermetropía afecta al 30% de los españoles. Sin embargo, la hipermetropía se relaciona con mayor frecuencia con poblaciones de niños y personas adultas. Hay que tener en cuenta que hasta el 70% de los niños recién nacidos presenta hipermetropía, que se ira corrigiendo de forma natural a medida que el niño va creciendo. La prevalencia de la hipermetropía también aumenta claramente a partir de los 40 años. En esta tesis, el porcentaje de hipermétropes se encuentra en un 12%, probablemente debido al rango de edad de la población participante en el estudio.

Los datos de prevalencia de las alteraciones refractarias son aún más alarmantes si nos centramos en la población joven, es decir, con una edad similar a la de los estudiantes seleccionados para llevar a cabo el presente trabajo. La miopía se considera la nueva pandemia del siglo XXI. En Europa, la prevalencia de la miopía se ha duplicado durante el último siglo y, actualmente, afecta al 40% y 50% de la gente joven (menores de 35 años) (169). Estos datos de la población joven española coinciden con los de nuestro estudio, ya que el 40% de los estudiantes participantes presentaban miopía. Sin embargo, si acotamos aún más el grupo de edad, entre 17 y 20 años, se cifra en 12 millones los jóvenes españoles que son miopes (casi un 60%), según el estudio realizado por la Fundación Visión y Vida (2018) (170). La falta de actividades al aire libre se postula como una de las causas determinantes en este aumento de la miopía. Aunque en un principio, la mayor prevalencia de miopes entre niños y jóvenes se atribuyó al uso de pantallas electrónicas, el factor más concluyente parece ser una menor exposición a la luz brillante del día. La luz solar estimula la producción de dopamina intraocular a través de las células amacrinas de la retina. La dopamina es un neurotransmisor que bloquea el alargamiento del ojo durante su desarrollo y se produce sobre todo durante el día. Se estima que, si la iluminación es tenue, lo que ocurre en los ambientes de interior, su ciclo se interrumpe, lo que tiene consecuencias en el crecimiento de los ojos (171).

En este estudio de la Fundación Visión y Vida (170) se demuestra también que la tasa de pacientes con miopía es mayor entre las mujeres (65,4%) que entre los hombres (54,7%). Si tenemos en cuenta la distribución en cuanto al sexo de los participantes en el estudio de la presente tesis, también podemos observar que un 60% de pacientes con miopía eran del sexo femenino mientras que un 40% correspondía al sexo masculino. En cuanto a la hipermetropía, en personas jóvenes su prevalencia se sitúa en torno al 10%, dato que coincide con el presentado en este trabajo (12% de hipermétropes en el presente estudio). De manera general, en la población española la hipermetropía supera su incidencia en las mujeres respecto a los varones. A pesar de estos datos que indican que la miopía y la hipermetropía son más frecuentes en mujeres que en hombres, los resultados obtenidos en

este trabajo indican que el sexo tiene escasa capacidad para predecir el grupo al que pertenecen los estudiantes participantes, ya que las diferencias observadas al comparar los participantes por sexo según el grupo no fueron estadísticamente significativas.

En este trabajo los participantes emétopes o amétopes pero que no usaban corrector visual, realizaron 3 valoraciones del color dental, mientras que los estudiantes amétrope que usaban correctores visuales, realizaron 6 pruebas de valoración del color dental. El número de valoraciones también se tuvo en cuenta para determinar si existía una asociación entre esta variable y el sexo de los participantes, siendo ambos grupos homogéneos y sin que el sexo tenga capacidad para predecir el número de valoraciones que realiza el estudiante (3 o 6 dientes).

**En España 67% de la población tiene alguna alteración visual y 53% de la población utiliza algún tipo de corrector visual.** Es decir que aproximadamente el 80% de las personas con alteraciones en la visión usan corrector visual. Este dato coincide con el observado en nuestro estudio, donde aproximadamente un **23% de las personas** con alteraciones en la visión no utilizaban correctores y realizaron por lo tanto 3 únicas mediciones.

Según el Libro blanco de la salud visual (2019) (172) el 82% de la población emplea las gafas graduadas como corrector visual, frente a un 13% que emplea lenti-llas. Las mujeres parecen tener una mayor consciencia del cuidado en general de la salud incluida la visual. Las mujeres son las usuarias más frecuentes de gafas (85%) y de lentillas (17%), mientras que en los hombres esta proporción disminuye, bien porque no utilizan ningún sistema de compensación visual o bien porque utilizan gafas premontadas de graduación estándar. Coincidiendo con estos datos, en la presente tesis, de los 30 estudiantes que llevaban corrector visual, la mayoría (63,3%) eran mujeres. Sin embargo, los datos de nuestro trabajo no muestran diferencias significativas entre hombre y mujeres a la hora de elegir el tipo de corrector visual. Esta falta de concordación con los datos de la población general, se puede explicar por el hecho de que los datos expuestos en el Libro blanco de la salud visual (172) se basan en todas las patologías refractarias incluidas la presbicia.

El color presenta tres dimensiones: valor, tinte e intensidad. Empleando la Guía Vita 3-D Master, el primer paso consiste en definir el valor más aproximado. El valor: se refiere al brillo, luminosidad, claridad. El término valor indica la cantidad de luz reflejada por un determinado color. El valor es la propiedad del color que mejor percibe el ojo humano por la disposición de los conos y los bastones. Es preferible que el odontólogo acierte en el valor que, en cualquiera de los otros dos parámetros, pues el paciente siempre va a distinguir más fácilmente diferencias muy pequeñas en el valor que en el tinte (173, 174)

Tenemos que recordar que la guía Vita 3D-MASTER a diferencia de otras guías clásicas está organizada por valor, ofreciendo cinco grupos de luminosidad (1-5) (175). En este trabajo, el valor es el parámetro que se acierta en más ocasiones (un 80% aproximadamente), mientras que las dimensiones de tinte e intensidad se eligen correctamente en un 60% de los casos. Los errores más frecuentes en la

determinación del color dental suelen realizarse al determinar la dimensión correspondiente al tinte, mientras que el valor es la dimensión más acertada (176). Este hecho puede deberse a que la determinación de este parámetro, la luminosidad, se lleva a cabo con los bastones y no con los conos. Los bastones son células que en raras ocasiones se ven dañados, mientras que la pérdida o alteración de los conos es algo más frecuente.

Los participantes de este estudio aciertan las tres dimensiones del color entre un 42,7% y un 63,3%. Este dato concuerda con estudios similares realizados con la misma guía de color dental, donde los porcentajes de aciertos se sitúan en torno al 50% (177). Hay que tener en cuenta que el porcentaje puede variar en estos estudios cuando se modifican algunas variables como la luz, la experiencia del observador, etc. El sexo y la edad han sido clásicamente propuestos como dos factores de influencia que pueden tener efecto sobre la forma de percibir los colores. La edad y los procesos de envejecimiento del organismo llevan a que la córnea y el cristalino tomen progresivamente un color amarillento. Este efecto, que se registra a partir de los 30 años, genera dificultades para distinguir colores que varían en la cantidad de azul, como por ejemplo entre el azul y el gris, o entre el rojo y el púrpura (178). Sin embargo, en la mayoría de los trabajos presentes en la literatura científica, no se han encontrado discrepancias estadísticamente significativas, en cuanto a diferencias en la percepción de color ligadas al sexo (179). Los estudios llevados a cabo para determinar la influencia del sexo en la determinación del color dental han indicado que las mujeres coinciden más en la dimensión valor y los hombres acertaron más en el croma y en el tinte, aunque los análisis en profundidad de estos datos han demostrado que las diferencias no son estadísticamente significativas (180). Otros estudios que han comparado el género en la selección de color dentario presentan resultados dispares. Haddad y col. en un estudio de 305 mujeres y 309 hombres y determinaron que las mujeres lograron un resultado significativamente mejor que los hombres en la selección de color dentario (181). Investigaciones de Bahannan (182), que realizaron selecciones de color dentario en estudiantes de odontología, concluyeron que el género del observador no influía en la selección de color dentario. En el desarrollo del presente trabajo, el sexo tenía cierta capacidad de predecir un acierto en la dimensión valor, únicamente en una de las seis valoraciones realizadas (prueba 4). En el caso del tinte, aunque las mujeres parecen presentar peores resultados que los hombres en esta dimensión, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas que puedan confirmar este hecho. Algo que tampoco sucede con la dimensión de «la intensidad». Concluyéndose, que, en nuestro estudio, el sexo no es un factor que se vincule determinante para la valoración de ninguna de las dimensiones del color.

Con el fin de valorar el papel de uso de correctores visuales en la percepción de color dental, se analizaron las puntuaciones obtenidas por los participantes en cada una de las pruebas. Recordemos que en los estudiantes con alteraciones refractarias las tres primeras pruebas o medidas (pruebas primera, segunda y tercera) se realizaban con corrector visual y las tres siguientes (cuarta, quinta y sexta), sin

el. Sin embargo, los resultados estadísticos indican que a medida que aumenta la puntuación en la primera medición, aumenta también la probabilidad que obtener puntuaciones altas en la cuarta. Estos datos muestran que las puntuaciones obtenidas al valorar el diente con o sin corrector visual son concordantes. Únicamente al comparar la segunda y la quinta medición se obtienen mejores resultados cuando el estudiante emplea corrector visual, aunque no llegan a ser estadísticamente significativas. Sin embargo, si consideramos la puntuación global de cada observador, se encontraron diferencias significativas que indican que el uso del corrector conlleva una mayor puntuación global.

**Estos resultados indican que a pesar de estas limitaciones en los resultados obtenidos no debemos descartar la importancia de capacidad visual del odontólogo en la selección del color.** Algunos autores han sugerido que algunos defectos visuales como la miopía e hipermetropía pueden alterar la percepción de la profundidad y por lo tanto podrían modificar la apreciación del color (179). Un estudio realizado en la Universidad de México trató de evaluar si la capacidad visual interfiere con la selección de color dental (183). Curiosamente, en este estudio los alumnos con mayor número de errores fueron los que presentaron miopía, quizás porque los miopes tienen alteraciones en el contraste a nivel retiniano (183). El contraste podría jugar un papel importante en la percepción de colores en el ojo amétrope.

Cuando el ojo es miope, el punto focal queda por delante de la retina. En este caso, los dos puntos focales, rojo y verde, quedan por delante de la retina. Pero, como hemos comentado, entre ellos, el verde queda por delante del rojo. Como la retina está por detrás de ambos, el enfoque rojo queda más cerca de la retina que el verde y, en consecuencia, la persona distingue mejor las imágenes sobre el fondo rojo (184).

Cuando el ojo es hipermetrope, ambos focos, rojo y verde, están por detrás de la retina. Pero, nuevamente, como el punto rojo siempre está por detrás del verde, estando el verde por delante del rojo, quedará más cerca de la retina y la persona, verá mejor sobre un fondo verde (185).

Estos efectos de contraste pueden afectar sobre todo a la dimensión **del tinte**, que justamente es la dimensión para la que en este trabajo se han obtenido los porcentajes más bajos de acierto.

De este modo, y valorando los resultados obtenidos en este trabajo podemos decir que existen indicios de que las alteraciones refractarias podrían tener cierto efecto en la valoración del color dental por parte del odontólogo, **aunque no se han llegado a encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el uso o no de correctores visuales en odontólogos con miopía o hipermetropía.** Esto podría deberse a las limitaciones propias del estudio como la muestra de población seleccionada, el tamaño de la misma, etc. Sería por tanto necesario realizar más estudios que permitan ampliar el conocimiento en este tema de tanta relevancia para la práctica diaria del odontólogo.



## 9. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, y al material y métodos empleados, se desprenden las siguientes conclusiones:

En el presente trabajo no se cumple la hipótesis nula dado que existen diferencias entre los participantes sanos y los que tienen alteraciones visuales, que aunque no sean estadísticamente significativas no invalidan su remarcable interés clínico.

1. Las alteraciones visuales, miopía e hipermetropía, influyen en los resultados de la selección del color cuando no se utilizan los correctores visuales. Mientras que se observa una mejoría en dichos resultados con el uso de gafas o lentillas.
2. Los participantes aciertan las tres dimensiones del color en un 47,2 % cuando no existen alteraciones visuales, frente a un 51,3 % con alteraciones visuales que asciende a un 56,7 % cuando utilizan gafas o lentillas, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.
3. No hay diferencias estadísticamente significativas por género masculino/femenino en relación a los resultados en la selección del color dental.
4. La dimensión más acertada es el Valor, seguida de la Intensidad y el Tinte. Siendo la dimensión Valor más acertada la 4, para el Tinte la R, y para la Intensidad la 2,5.

### RECOMENDACIONES

A la vista de las conclusiones y como cierre de este trabajo de investigación clínica que refleja que un 23 % de los participantes con alteraciones visuales estudiadas no hacen uso de correctores visuales, nuestra recomendación va encaminada a poner el foco de atención en las revisiones periódicas de los profesionales, para mejorar su salud visual con el uso de gafas o lentillas que repercuta en beneficio de los pacientes con una mejor percepción del color dental.



## 10. Bibliografía

1. González-Cuasante JM; Fernández- Quesada B, Cuevas-Riaño MM. Introducción al color. Ed: Akal. 2005. ISBN:9788446009269
2. Chu SJ, Devigus A, Mieleszko A. Fundamentals of color: Shade matching and communication in esthetic dentistry. Ed: Quintessence. 2004.ISBN: 0867154349.
3. Sproull RC, Preston JD. Comprender el color. Editor Goldstein RE. Odontología Estética. Volumen I. Barcelona: Ars Medica, 2002:213-28
4. Witkowski S, Yajima ND, Wolkewitz M, Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. Clin Oral Investig. 2013; 17: 1027-8.
5. Martínez Vázquez de Parga JA, Del Río Highsmith J, Vela Ramón L. Técnicas de determinación del color. Una nueva propuesta. Revista Europea de Odontostomatología. 1994; 6(4): 211-214
6. Martínez Vazquez de Parga JA, Nieto S, Romeo M, Cañada L. Factores que determinan la percepción del color en odontología. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. 2004. 6 (3), pp. 218-225.
7. Txapartegi E. Platón sobre los colores Teorema. 2008. Vol. XXVII/2, pp. 5-25
8. Newton I. Opticks: or, a treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light. Also two treatises of the species and magnitude of curvilinear figures. 1704
9. Goethe JW. Teoría de los Colores. Título original en alemán: Zur Farbenlehr. 1810 [http://www.revistadisena.com/pdf/revistadisena\\_8\\_teoría-de-los-colores-de-goethe.pdf](http://www.revistadisena.com/pdf/revistadisena_8_teoría-de-los-colores-de-goethe.pdf)
10. Dalton J. Extraordinary facts relating to the vision of colours; with observations. Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester. 1798. 5: 28-45.
11. Young T. The Bakerian Lecture: On the theory of light and colour Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1802. 92, 12-48
12. Brown PK, Wald G. Visual pigments in single rods and cones of the human retina. Direct measurements reveal mechanisms of human night and color vision. Science. 1964 Apr 3;144(3614):45-52. PubMed PMID: 14107460.
13. Turner, R. M. In the eye's mind: vision and the Helmholtz-Hering controversy. Princeton University Press. 1994. ISBN:0-691-03397-8.



14. Baumann, C. Ewald Hering's opponent colors. History of an idea. *Der Ophthalmologe : Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft* (1992 Jun) 89 (3): 249-52.,.
15. Sanz JC. El libro del color. Ed: Alianza Editorial. 2003. ISBN: 9788420655581-
16. Hurvich L M, Jameson D. An opponent-process theory of color vision. *Psychological Review*. 1957. 64(6, Pt.1), 384-404.
17. De Valois RL, Abramov I, Jacobs GH. Analysis of response patterns of LGN cells. *J Opt Soc Am*. 1966 Jul;56(7):966-77. PubMed PMID: 4959282.
18. De Valois RL, Cottaris NP, Elfar SD, Mahon LE, Wilson JA. Some transformations of color information from lateral geniculate nucleus to striate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2000;97(9):4997-5002.
19. Egger B. El estatus quo de la estética. Un análisis de los métodos y materiales para la reproducción del color. *Quintessence Técnica*. 1997; 8(4): 169-183
20. Forero M, Morelló S. El color en odontología. Factores a tomar en cuenta para la toma de color. *Rev Oper Dent Endod*. 2005; 5; 26
21. Chu, SJ. Precision shade technology. *Contemporary strategies in shade selection*. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002; 14:79-83.
22. Wyszecki G; Stiles WS. *Color Science concepts and methods, quantitative data and formulae*. New York 1982: 83-116
23. Hunter RS; Harold RW. *The Measurement of Apperance*. Ed: Willey. 1987:3-68. ISBN: 9788497510011
24. Miller MD, Zaucha R. Color and tones. In: *Color Mac: Design Production Techniques*. Carmel. Hayden 1992:23-39
25. Ganong. *Fisiología medica*. Ed. Mcgraw-Hill. 2013. ISBN: 9786071510785
26. Marcus RT. *The measurement of color*. K. Nassau (Editor) Ed. Elsevier Science. 1998: p34-91.
27. Berns RF. *Billmeyer and Saltzman's. Principles of Color Technology*. New York Wiley. 2000. 75-104
28. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:3-12. Review. PubMed PMID: 14738829.
29. Schärer P, Rinn LA, Kopp FR. *Principios Estéticos de la Odontología*. Ed. Doyma. 1991. ISBN: 9788475923291
30. Nieto Alcalde S, Martínez Vázquez de Parga JA, Cañada Madinazcoitia L. Determinación del color en odontología. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2000; 2(5): 370-383
31. Clark BE. The color problem in dentistry. *Dent Digest* 1931;8.,.
32. Boksman L. Shade selection; accuracy and reproducibility. *Ont Dent*. 2007:24-7.
33. Kenneth D. Rudd, Robert M. Morrow, John E. Rhoads *Procedimientos en el laboratorio dental*, Volume 3. Ed: Salvat. 1988. ISBN 9788434526730
34. Chiche GJ. Pinault A. *Prótesis fija estética en dientes anteriores*. Ed: Masson. 1998. ISBN: 9788445804414
35. Munsell AH. *A color notation*. 11th ed. Munsell Color Co, Inc. 1961

- 36.** Segura-Egea JJ, Jiménez Rubio-Manzanares A, Valle Rodríguez M. Fundamentos de colorimetría aplicados a la toma de color subjetiva en odontología. Quintessence: Publicación internacional de odontología, 1999 Vol. 12, N°. ISSN 0214-0985,
- 37.** Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. J Prosthet Dent. Nov;86(5):453-7. PubMed PMID: 11725271.
- 38.** Goldstein RE y Haywood VB. Odontológica Estética. Ed: Arts médica. 2002. ISBN: 788497510011
- 39.** Sproull RC. Part III. Color control. J Prosthet Dent 1974; 31:146-155
- 40.** CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Colorimetry-Tecnical report. CIE Pub . N°15, 2nd ed.Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE, 1986 (corrected reprint 1996), p 35-36
- 41.** Rinke S, Hüls A, Kettler MJ. Colorimetric analysis as a means of quality control of dental ceramic materials” Eur J Prosthodont Rest Dent 4(3): 105-110 1996
- 42.** Blume H. Elementos básicos del color. 1980:13-21.
- 43.** De Grandis L. Teoría y uso del color. Ed: Catedra. 1985. ISBN 9789999080590
- 44.** Haase E. La revolución en la determinación del color del diente. Quintessence Técnica (ed. Esp). 1998: 9(10): 531-540
- 45.** Schloss KB, Lessard L, Racey C, Hurlbert AC. Modeling color preference using color space metrics. Vision Res. 2017 Jul 27
- 46.** Núñez Díaz P, Del Río Highsmith J. Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en odontología (espectrofotometría). Gaceta Dental: Industria y Profesiones, 2007;179:164-75.
- 47.** Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V. La determinación del color del diente. Quintessenz Zahntech. 2004; 30 (7): 726–740.
- 48.** Yuan J, Brewer JD, Monaco EA Jr, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. J Prosthet Dent. 2007; 98: 110
- 49.** Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guide. J Prosthet Dent. 2006; 96:402–11
- 50.** Corrons Rodríguez A. Iluminación en la clínica dental. Conceptos básicos. Lucas CEI. Mayo 1993:44-49
- 51.** Valor Priego, M. Tesis doctoral: Estudio sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental. Universidad Complutense de Madrid. 2014. Madrid
- 52.** Volpato CA, Monteiro SJr, de Adrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the tipe of illuminanat, substrates and thckness of ceramics materials. Dent Matter. 2009 25(1): 87-93
- 53.** Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry; The science and strategies. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23:467–79.
- 54.** Romeo M, Vázquez de Parga JA. Estudio comparativo de la intensidad lumínica reflejada entre diferentes cerámicas dentales. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica 2002; 4(3):211-217

55. Carballo V, Martínez JA, Celemín A. Influencia del metamerismo en la percepción del color dentario. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. Edición Hispanoamericana*, 2008; 11(3) 213-219
56. Vega del Barrio JM. Propiedades físicas no mecánicas de los materiales odontológicos. *Ediciones Avances*. 1996: 148-158
57. Vadher R, Parmar G, Kanodia S, Chaudhary A, Kaur M, Savadhariya T. Basics of Color in Dentistry: A Review. *J Dent Med Sci*. 2014;13: 78-85.
58. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent*. 2010 Oct;13(4):249-55.
59. Kim SH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Metameric effect between dental porcelain and porcelain repairing resin composite. *Dent Mater*. 2007 23(3):374-9
60. Corcodel N, Helling S, Rammelsberg P, Hassel AJ. Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. *Eur J Oral Sci*. 2010 Jun;118(3):311-6.
61. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *J Dent*. 2008;36 Suppl 1:S2-7. Review. PubMed PMID: 18646363.
62. Xiong F, Chao Y, Zhu Z. Translucency of newly extracted maxillary central incisors at nine locations. *J Prosthet Dent*. 2008 Jul;100(1):11-7.
63. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004 Jul;20(6):530-4.
64. Lafuente D. «Física del color y su utilidad en odontología». *Rev Cient Odontol* 2008; 4(1): 10-15
65. Douglas GC. Física. Principios con aplicaciones. Ed: Pearson 2011. ISBN: 9789702615774
66. Sidney K, Bruguera A. Invisible: Restauraciones estéticas cerámicas. Brasil: Artes médicas, 2008.
67. Hassel AJ, Nitschke I, Dreyhaupt J, Wegener I, Rammelsberg P, Hassel JC. Predicting tooth color from facial features and gender: results from a white elderly cohort. *J Prosthet Dent*. 2008 Feb;99(2):101-6.
68. Vadavadagi SV, Kumari KV, Choudhury GK, Vilekar AM, Das SS, Jena D, Katarki B, B L B. Prevalence of Tooth Shade and its Correlation with Skin Colour – A Cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res*. 2016 Feb;10(2):ZC72-4.
69. Nourbakhsh M, Mousavinejad N, Adli AR, Harati M. Relationship between natural tooth shade and skin colour. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2013 Jun;21(2):50-2.
70. Llena C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract*. 2011 Jan 1;12(1):19-23.
71. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil*. 2004 Sep;31(9):900-4.
72. Ragain JC. A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. *J Dent Oral Disord Ther*. 2015. 4: 1-5.

- 73.** Pascual-Moscardó A, Camps-Alemany I. Aesthetic dentistry: Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11:363-8.
- 74.** Villegas A, Gómez D, Moreno F. Dispositivos electrónicos para reproducir el color en odontología. *Acta Odontológica Venezolana*. 2016. 54, No. 1.
- 75.** Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont*. 2002; 15: 73-8.
- 76.** O'Brien WJ. A new small-color difference equation for dental shades. *Journal Dent Res* 1990 (69)11:1762-1990.
- 77.** Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dental Research* 2002, 81(8):578-582.
- 78.** Wetzler M. El futuro de la determinación dental tiene un nombre: Vitapan 3D-Master, 1998, Quisenescence Técnica. 1998: 9 (6):316-319.
- 79.** Rey KA, deRijk WG. Variations of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , values among Vitapan Classical Shade Guides. *J Prosthodont* 2007; 16: 352-356.
- 80.** Miller LL. A scientific approach to shade matching. In: presto JD (ed). *Perspectives in Dental Ceramics: Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics*. Chicago: Quintessence. 1988; 193-208
- 81.** Vollmann, M. Vitapan 3D-Master; un nuevo sistema de coloración sienta las bases desde el punto de vista técnico y estético. *Quintessence*. 1999: 12 (7): 455-463.
- 82.** Ahn JS, Lee YK. Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. *J Prosthet Dent*. 2008; 100: 18-28.
- 83.** Torné-Duran S, Escuin-Henar T, Monreal-Nieto J. Cambios cromáticos en la superficie cerámica. *RCOE* 2003; 8:487-496.
- 84.** Tsiliagkou A, Diamantopoulou S, Papazoglou E, Kakaboura A. Evaluation of reliability and validity of three dental color-matching devices. *Int J Esthet Dent*. 2016 Spring;11(1):110-24.
- 85.** Lemire PA, Burk B (1975) *Color in dentistry*. JM Ney Co., Hartford, pp 66–74
- 86.** Bergen SF. Color in aesthetics. *NY State Dent J*. 1985. 51 470-471
- 87.** Preston JD. Current status of shade selection and color matching. *Quintessence Int* 1985, 16, 47-58
- 88.** Parameswaran V, Anilkumar S, Lylajam S, Rajesh C, Narayan V. Comparison of accuracies of an intraoral spectrophotometer and conventional visual method for shade matching using two shade guide systems. *J Indian Prosthodont Soc*. 2016 Oct-Dec;16(4):352-358.
- 89.** Amengual-Lorenzo J, Llena-Puy MC, Forner-Navarro L. Reproducibilidad en la medición del color in vitro e in vivo mediante colorímetros específicos para uso dental. *RCOE* 2005; 10 (3):263-267.
- 90.** Mehl A, Bosch G, Fischer C, Ender A. In vivo tooth-color measurement with a new 3D intraoral scanning system in comparison to conventional digital and visual color determination methods. *Int J Comput Dent*. 2017;20(4):343-361.

91. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent*. 2014 Jun;42(6):742-5.
92. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil*. 2004 May;31(5):483-91.
93. Miyajiwala JS, Kheur MG, Patankar AH, Lakha TA. Comparison of photographic and conventional methods for tooth shade selection: A clinical evaluation. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017 Jul-Sep;17(3):273-281.
94. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J*. 2005 Jul 9;199(1):43-9; discussion 33.
95. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater*. 2006 Jun;22(6):553-9.
96. Brokos Y, Stavridakis M, Krejci I. Digital Photographic Procedure for Comprehensive Two-Dimensional Tooth Shade Analysis. *Compend Contin Educ Dent*. 2017 Sep;38(8):e1-e4.
97. Schropp L. Shade matching assisted by digital photography and computer software. *J Prosthodont*. 2009 Apr;18(3):235-41.
98. Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent*. 2007 Jul;35(7):593-9.
99. Yamamoto M. Development of the vintage halo computer color search system. *Quintessence Dent Technol* 1998;21:9-26
100. Dozic A, Voit NF, Zwartser R, Khashayar G, Aartman I. Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e50-6.
101. Lehmann K, Devigus A, Wentaschek S, Igiel C, Scheller H, Paravina R. Comparison of visual shade matching and electronic color measurement device. *Int J Esthet Dent*. 2017;12(3):396-404.
102. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int*. 2009; 40:69-79.
103. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int*. 2012 Sep;43(8):649-59. Review.
104. Knezović D, Zlatarić D, Illeš IŽ, Alajbeg M, Žagar. In Vivo and in Vitro Evaluations of Repeatability and Accuracy of VITA Easyshade® Advance 4.0 Dental Shade-Matching Device. *Acta Stomatol Croat*. 2015 Jun;49(2):112-8.
105. Mejía A, Ballinas A, Ledesma C. (2009) Aspect some to influence for dental color matching. *Rev ADM Vol. LXV, No. 3; 4*.
106. Rodriguez S, Smith-Agreda JM. Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición Editorial medica Panamericana. 2003
107. Schünke M, Schulte E y Schumacher U. Prometheus, texto y atlas de anatomía. Editorial Medica Panamericana. 2007. ISBN: 9788479039806

- 108.** Harada T, Harada C, Parada LF. Molecular regulation of visual system development: more than meets the eye. *Genes Dev.* 2007 Feb 15;21(4):367-78. Review.
- 109.** Weed LS, Mills JA. Strategies for retinal cell generation from human pluripotent stem cells. *Stem Cell Investig.* 2017 Jul 25;4:65.
- 110.** Stenkamp DL. Development of the Vertebrate Eye and Retina. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2015;134:397-414. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.06.006. Epub 2015 Jul 2. Review.
- 111.** Sadler TW. Editor: Langman J. *Embriología médica.* Ed: Medica Panamericana. 2007. ISBN: 9500600773
- 112.** Carlson BM. *Embriología Humana y Biología del Desarrollo.* Editorial Elsevier. 2005. ISBN: 9788481747850
- 113.** Moore KL, Persaud TVN, Shiota K. *Atlas de embriología clínica.* Ed: Médica Panamericana. 1996. ISBN: 9788479032401
- 114.** Raff H, Levitzky M. *Fisiología médica. Un enfoque por aparatos y sistemas.* Ed: McGraw-Hill; 2013. ISBN: 9788580551488
- 115.** Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG y Martínez Álvarez C. *Embriología clínica.* Ed: Elsevier España. 2013. ISBN: 9788480869768
- 116.** Arteaga M. *Embriología humana y biología del desarrollo.* Ed: Médica panamericana. 2015. ISBN: 9786079356217
- 117.** Eynard A, Valentich M, Rovasio R. *Histología y embriología del ser humano: bases celulares y moleculares.* Ed. Médica Panamericana. 2008. ISBN: 9789872051655.
- 118.** Coulombre, A. J.: The role of intraocular pressure in the development of the chicken eye, *J. Exper. Zool.* 1956.133: 211.
- 119.** Gehring WJ, Ikeo K. Pax 6: mastering eye morphogenesis and eye evolution. *Trends Genet.* 1999 Sep;15(9):371-7. Review.
- 120.** Kozmik Z, Daube M, Frei E, Norman B, Kos L, Dishaw LJ, Noll M, Piatigorsky J. Role of Pax genes in eye evolution: a cnidarian PaxB gene uniting Pax2 and Pax6 functions. *Dev Cell.* 2003;5(5):773-85.
- 121.** Tabinda H. Molecular Regulation of Eye Development: Role of the PAX Gene. *JJ Anatomy.* 2016: 1(1):005
- 122.** Fukuda T, Kawano H, Osumi N, Eto K, Kawamura K. Histogenesis of the cerebral cortex in rat fetuses with a mutation in the Pax-6 gene. *Brain Res Dev Brain Res.* 2000 Mar 15;120(1):65-75.
- 123.** Kozmik Z. The role of Pax genes in eye evolution. *Brain Res Bull.* 2008 Mar 18;75(2-4):335-9.
- 124.** Jonasova K, Kozmik Z. Eye evolution: lens and cornea as an upgrade of animal visual system. *Semin Cell Dev Biol.* 2008 Apr;19(2):71-81. Epub 2007 Oct 13. Review.
- 125.** Zygarr CA, Cook TL, Grainger RM Jr. Gene activation during early stages of lens induction in *Xenopus*. *Development.* 1998 Sep;125(17):3509-19.



- 126.** Roessler E, Belloni E, Gaudenz K, Jay P, Berta P, Scherer SW, Tsui LC, Muenke M. Mutations in the human Sonic Hedgehog gene cause holoprosencephaly. *Nat Genet.* 1996 Nov;14(3):357-60.
- 127.** Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía humana. Editorial Médica Panamericana. 2004. ISBN: 9789500613699
- 128.** Rouvieré H, Delmas A. Anatomía humana Ed: Masson. 2005. ISBN: 9788445813157
- 129.** Testut L, Latarjet. A. Anatomía Humana. Ed: Elsevier Masson. 1996. ISBN: 9788445805527
- 130.** Moore KL y Agur AMR. Fundamentos de Anatomía con Orientación Clínica. Ed: Médica Panamericana. 2003. ISBN: 9789500615785
- 131.** Guyton, AC. Anatomía y fisiología del sistema nervioso: neurociencia básica. Ed: Medica Panamericana. 1994. ISBN: 9788479031633.
- 132.** Velayos JL, Díaz H. Anatomía de la cabeza con enfoque odontoestomatológico. Ed: Médica Panamericana. 2001. ISBN: 9788479036522
- 133.** Thibodeau GA y Patton KT. Anatomía y fisiología. Ed: Elsevier España. 2007. ISBN 9788480862356.
- 134.** Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología. Ed: Médica Panamericana. 2006. ISBN: 9789687988771
- 135.** Young PA, Young PH. Neuroanatomía clínica funcional. Ed: Masson. 2001. ISBN: 9788445811443
- 136.** Schültze M. Zur Anatomie und Physiologie der Retina. *Archiv der Mikroskopische Anatomisch.* 1866: 2: 175-286
- 137.** García-Porrero JA, Hurlé JM; Neuroanatomía Humana. Ed. Médica panamericana ISBN: 9788498357707
- 138.** Seabrook TA, Burbridge TJ, Crair MC, Huberman AD. Architecture, Function, and Assembly of the Mouse Visual System. *Annu Rev Neurosci.* 2017 Jul 25;40:499-538.
- 139.** Pietersen ANJ, Cheong SK, Munn B, Gong P, Martin PR, Solomon SG. Relationship between cortical state and spiking activity in the lateral geniculate nucleus of marmosets. *J Physiol.* 2017 Jul 1;595(13):4475-4492.
- 140.** Conway BR. Color signals through dorsal and ventral visual pathways. *Vis Neurosci.* 2014 Mar;31(2):197-209. doi: 10.1017/S0952523813000382. Epub 2013 Oct 8. Review. Erratum in: *Vis Neurosci.* 2014 May;31(3):285-6.
- 141.** Zeki SM. Functional specialisation in the visual cortex of the rhesus monkey. *Nature.* 1978 Aug 3;274(5670):423-8.
- 142.** Hadjikhani N, Liu AK, Dale AM, Cavanagh P, Tootell RB. Retinotopy and color sensitivity in human visual cortical area V8. *Nat Neurosci.* 1998 Jul;1(3):235-41.
- 143.** Barboni MTS, Nagy BV, Martins CMG, Bonci DMO, Hauzman E, Aher A, Tsai TI, Kremers J, Ventura DF. L-/M-cone opponency in visual evoked potentials of human cortex. *J Vis.* 2017 Aug 1;17(9):20.
- 144.** Montés-Micó. Optometría. Principios básicos y aplicación clínica. Barcelona. Ed. Elsevier. 2011. ISBN: 9788480868228

- 145.** Atchison D y Smith G. Optics of the Human Eye. 1st Edition. Ed: Butterworth-Heinemann. 2000. ISBN: 9780750637756.
- 146.** Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet*. 2012 May 5;379(9827):1739-48.
- 147.** Morgan IG, Rose KA. Myopia: is the nature-nurture debate finally over? *Clin Exp Optom*. 2019 Jan;102(1):3-17
- 148.** Wu PC, Tsai CL, Wu HL, Yang YH, Kuo HK. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology*. 2013 May;120(5):1080-5
- 149.** Williams KM, Verhoeven VJ, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GH, Hofman A, van Duijn CM, Vingerling JR, Kuijpers RW, Höhn R, Mirshahi A, Khawaja AP, Luben RN, Erke MG, von Hanno T, Mahroo O, Hogg R, Gieger C, Cougnard-Grégoire A, Anastasopoulos E, Bron A, Dartigues JF, Korobelnik JF, Creuzot-Garcher C, Topouzis F, Delcourt C, Rahi J, Meitinger T, Fletcher A, Foster PJ, Pfeiffer N, Klaver CC, Hammond CJ. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol*. 2015 Apr;30(4):305-15.
- 150.** Verhoeven VJM. Large-scale international replication and meta-analysis study confirms association of the 15q14 locus with myopia. The CREAM consortium. *Hum Genet*. 2012;131(9):1467-1480
- 151.** Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont*. 2002; 15: 73-8.
- 152.** Sorensen JA, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination. *J Prosthet Dent*. 1987
- 153.** Wasson W, Schuman N. Colour vision and dentistry. *Quintessence Int*. 1992;23:349-53
- 154.** Khosla A, Maini AP, Wangoo A, Singh S, Mehar DK. Prevalence of Colour Vision Anomalies Amongst Dental Professionals and its Effect on Shade Matching of Teeth. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(1)
- 155.** Shillingburg Herbert T., Brackett Susan E., Hobo S, Jacobi R, Whitsett Lowell D. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*, 3rd ed, 1997, USA, 425-31
- 156.** Wall J. y Cipra D. Esthetics in fixed and removable prosthodontics shade selection in metal-ceramics. *J Tenn Dent Assoc* 1992; 72(Supple 3): 10-2.
- 157.** Winter R. Visualizing the natural dentition. *J Esthet Dent* 1993; 5(Suppl 3): 102-17.
- 158.** Wagner S, Rioseco M, Ortuño D, Cortés MF, Costa C. Effectiveness of a protocol for teaching dental tooth color in students with color vision impairment. *J Esthet Restor Dent*. 2018.
- 159.** Rade P, Dragutin D. Ljiljana A, Dragan M, Kitka R. Problems in shade matching and reproduction procedure in dentistry: A review of the state of art, *Facta Universitatis* 1997;4:12-16
- 160.** Ethell J, Jarad FD, Youngson CC. The effect of colour defective vision on shade matching accuracy. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2006 Sep;14(3):131-6.)



161. Matsumura S, Kuo AN, Saw SM. An Update of Eye Shape and Myopia. *Eye Contact Lens*. 2018
162. Lee BS. Accuracy and stability of hyperopic treatments. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014;25(4):281-5.
163. Taylor CP, Shepard TG, Rucker FJ, Eskew RT Jr. Sensitivity to S-Cone Stimuli and the Development of Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018 Sep 4;59(11):4622-4630
164. Mäntyjärvi M, Tuppurainen K. Colour vision and dark adaptation in high myopia without central retinal degeneration. *Br J Ophthalmol*. 1995 Feb;79(2):105-8
165. Ostadimoghaddam H, Yekta AA, Heravian J, Azimi A, Hosseini SM, Vatandoust S, Sharifi F, Abolbashari F. Prevalence of Refractive Errors in Students with and without Color Vision Deficiency. *J Ophthalmic Vis Res*. 2014 Oct-Dec;9(4):484-6
166. Liu R, Hu M, He JC, Zhou XT, Dai JH, Qu XM, Liu H, Chu RY. The effects of monochromatic illumination on early eye development in rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014 Mar 28;55(3):1901-9.
167. Fundación Carlos Slim. Alteraciones en la percepción del color. *Academia Nacional de Medicina Boletín de información Clínica Terapéutica*. Vol XXIV, Número 2 Marzo- Abril 2015.
168. Jong M, Sankaridurg P, Naidoo K. Miopía: a las puertas de una crisis de salud pública. *Points of view. International review of ophthalmic optics*. 2016. 73, 44-48.
169. Dolgin E. The myopia boom. *Nature* 2015;519:276-8
170. Fundación Visión y Vida. Informe «Prevalencia de la miopía en los jóvenes en España, 2018». Disponible en: <http://visionyvida.org/informe-prevalencia-de-la-miopia-en-losjovenes-en-espana-2018/>
171. Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, Rose KA. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018 Jan;62:134-149
172. Libro blanco de la salud visual (2019). <http://www.cgcoo.es/libro-blanco-salud-visual-en-espana-2019>
173. La Fuente D. Física del color y su utilidad en odontología. *Rev. cient. odontol*. 2008;(4)1:10-5. *Revista Científica Odontológica*. ISSN: 1659-1992.
174. Van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63: 155-62
175. Baltzer A y Jinoian VK 2004, The determination of the tooth colors, *Quintessenz Zahntechnik*, vol. 30, no. 7.
176. Llana C, Forner L, Ferrari M, Amengual J, Llambes G, Lozano E. Toothguide Training Box for dental color choice training. *J Dent Educ*. 2011 Mar;75(3):360-4.
177. Sinmazisik G, Trakyalı G, Tarcin B. Evaluating the ability of dental technician students and graduate dentists to match tooth color. *J Prosthet Dent*. 2014 Dec;112(6):1559-66. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.05.024. Epub 2014 Aug 16.
178. Kanski JJ. *Oftalmología clínica*. 5th edición. Oxford: Butterworth Heinemann; 2004. Training Box for dental color choice training. *J Dent Educ*. 2011 Mar;75(3):360-4.

- 179.** Correa, Viviana, Estupiñán, Lina, Garcia, Zioneth, Jiménez, Oscar, Prada, Luisa Fernanda, Rojas, Andrea, Rojas, Sandra, Cristancho, Edgar, Percepción visual del rango de color: diferencias entre género y edad. *Revista Med* [en línea] 2007, 15 (enero): [Fecha de consulta: 25 de abril de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91015102>> ISSN 0121-5256
- 180.** Valenzuela-Aránguiz V, Bofill-Fonbote S, Crisóstomo-Muñoz J, Pavez-Ovalle F, Brunet-Echavarría J. Selección de color dentario: comparación de los métodos visual y espectrofotométric. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. Volume 9, Issue 2. 2016. Pages 163-167. ISSN 0718-5391
- 181.** Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbely J, Vichi, Dumfahrt H, et al. Does gender and experience influence shade matching quality? *J Dent*, 37 (2009), pp. 40-44
- 182.** Bahannan S. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of Dentistry*. Volume 42, Issue 1,2014,Pages 48-52,ISSN 0300-5712,
- 183.** Cisneros YA, Vargas GDL, Valladares MS, Álvarez GO, María R, Romero D. Evaluación de alteraciones visuales y su relación con el poder de discriminación en la toma de color dental en alumnos de odontología con luz artificial y natural. *Rev ADM*. 2008;65(2):69–74. 25
- 184.** Yanoff M, Duker JS (2009). *Ophthalmology* (3rd ed.). Mosby Elsevier. p. 67. ISBN 9780323043328.
- 185.** Colligon-Bradley P. Red-green duochrome test. *J Ophthalmic Nurs Technol*. 1992. Sep-Oct;11(5):220-2. Erratum in: *J Ophthalmic Nurs Technol* 1992 Nov-Dec;11(6):246.



# 11. Anexos

## ANEXO 1

### HOJA DE INFORMACIÓN AL ALUMNO

Va a formar parte de un estudio titulado: «Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales (miopía o hipermetropía) en la percepción del color dental». Dirigido por los Doctores Celemín y Martínez Vázquez de Parga.

### DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El estudio lo realizará un estudiante de odontología con alguna patología ocular (miopía o hipermetropía) o no y lo hará bajo la supervisión de un odontólogo experto.

Dicho estudio consiste en la toma de color «in vitro», sobre una guía de color Vita 3D Master previamente codificada, se le asignaran 3 dientes de dicha guía elegidos al azar y deberán elegir el diente de la guía intacta que piensen que se corresponda con cada uno. A cada participante se le explicará la manera de uso de la guía Vita 3D Master.

De los grupos que padezcan alteraciones oculares deberán realizar la toma de color sin gafas y/o lentillas.

El objetivo de este estudio es saber discernir si las patologías oculares empeoran o no la toma de color. Es un dato importante de cara a que nuestro objetivo como odontólogos a la hora de confeccionar una prótesis dental es alcanzar la mayor mimetización con el resto de dientes.

### RIESGOS DEL PROCEDIMIENTO

Las pruebas y datos que se necesitan son para evaluar sus condiciones visuales en cuanto a la percepción del color dental: Se le hará un test de Ishihara.

Estas pruebas no suponen ningún perjuicio para usted y por el contrario puede suponer un aporte importante para mejorar el éxito del tratamiento rehabilitador en Odontología.

Para ello se le presenta el consentimiento informado para su aprobación si lo considera oportuno.

## **ANEXO2**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO (PARA EL ESTUDIANTE DE ODONTOLOGÍA)**

Para participar realizando la toma de color, en el estudio dirigido por la Dra. A. Celemín y el Dr. J. Martínez Vázquez de Parga titulado:

«Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales (miopía o hipermetropía) en la percepción del color dental»

Yo \_\_\_\_\_

En calidad de estudiante de último curso de odontología de la UCM

He leído la hoja de información que me han entregado sobre el estudio arriba citado.

He podido hacer preguntas sobre el mismo.

He recibido suficiente información.

Conozco que el procedimiento empleado en este estudio no tiene ningún riesgo para mi salud, que mi participación es voluntaria, y que el hecho de participar implica la evaluación de una mejora en el campo de la odontología y por tanto una evolución positiva para mi futura profesión.

Por todo ello, firmo libremente mi conformidad para participar

En \_\_\_\_\_, día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_



C.P. - C.I. 16/242-E Tesis 09 de junio de 2016

## INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Dra. Mar García Arenillas Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

### CERTIFICA

Que el proyecto de investigación titulado «Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales (miopía o hipermetropía) en la percepción del color dental» con código interno no 16/242-E, del que es Investigadora Principal la Dra. María del Pilar Celemín Viñuela de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, ha sido estudiado por este Comité, no habiéndose realizado objeción alguna al mismo.

Es por ello que el Comité informa favorablemente sobre la realización de dicho proyecto.

Lo que firmo en Madrid, a 09 de junio de 2016

Dra. Mar García Arenillas Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos



Hospital Clínico San Carlos Doctor Martín Lagos, s/n. Madrid 28040 Madrid  
España Tel. 91 330 34 13 Fax. 91 330 32 99 Correo electrónico  
ceic.hcsc@salud.madrid.org

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Descripción de los participantes por sexo según grupo | 112
- Tabla 2.** Distribución del sexo estratificado por grupos | 113
- Tabla 3.** Distribución del número de valoraciones estratificado por sexo | 115
- Tabla 4.** Distribución de los grupos estratificado por el número de mediciones | 115
- Tabla 5.** Medidas direccionales de asociación entre grupos y número de mediciones | 116
- Tabla 6.** Distribución de los grupos con alteración visual estratificada por el número de mediciones | 117
- Tabla 7.** Descripción del corrector visual utilizado por los participantes según sexo | 118
- Tabla 8.** Descripción de los participantes por sexo según corrector visual utilizado | 119
- Tabla 9.** Distribución del uso de corrector estratificado por grupos | 120
- Tabla 10.** Medidas direccionales de asociación entre grupos y tipo de corrector | 123
- Tabla 11.** Distribución del uso de corrector estratificado por sexo | 123
- Tabla 12.** Distribución del número de aciertos en la dimensión «valor» estratificado por sexo | 125
- Tabla 13.** Distribución del número de aciertos en la dimensión «tinte» estratificado por sexo | 128
- Tabla 14.** Distribución del número de aciertos en la dimensión «intensidad» estratificado por sexo | 130
- Tabla 15.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición | 132
- Tabla 16.** Medidas simétricas de asociación entre pares de mediciones | 134
- Tabla 17.** Prueba de muestras emparejadas para puntuación medias obtenida por pares de mediciones | 135
- Tabla 18.** Distribución de la puntuación obtenida en cada prueba estratificada por sexo | 136
- Tabla 19.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición estratificada por sexo | 137
- Tabla 20.** Medidas simétricas de asociación entre pares de mediciones por sexo | 139
- Tabla 21.** Prueba de muestras emparejadas para puntuación media obtenida por pares de mediciones en cada sexo | 140
- Tabla 22.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales de los estudiantes según el uso de corrector visual | 142
- Tabla 23.** Medidas simétricas de asociación entre las puntuaciones globales obtenidas sin y con corrector visual | 144
- Tabla 24.** Distribución de la puntuación obtenida por observador sin correctores visuales estratificada por sexo | 145
- Tabla 25.** Distribución de la puntuación obtenida por observador con correctores visuales estratificada por sexo | 145
- Tabla 26.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales de los estudiantes según el uso de corrector visual por sexo | 147
- Tabla 27.** Prueba de muestras emparejadas para puntuación media global obtenida sin y con corrector visual en cada sexo | 148
- Tabla 28.** Medidas simétricas de asociación entre puntuaciones globales sin y con corrector visual por sexo | 149
- Tabla 29.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones totales (con y sin corrector) de los estudiantes | 150
- Figura 25.** Puntuaciones medias totales por sexo | 151
- Tabla 30.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones totales (con y sin corrector) de los estudiantes según el uso de corrector visual por sexo | 152

**Tabla 31.** Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color estratificado por sexo | 160

**Tabla 32.** Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color estratificado por grupo según la utilización de corrector | 161

**Tabla 33.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones en cada medición en cada grupo estratificado por sexo | 163

**Tabla 34.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones globales en cada grupo estratificado por sexo | 167

**Tabla 35.** Distribución de las puntuaciones obtenidas según código | 174

**Tabla 36.** Distribución de las puntuaciones obtenidas según código (porcentajes) | 175

**Tabla 37.** Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual | 176

**Tabla 38.** Puntuaciones medias de los observadores comparando sanos con grupo con patología visual | 176

**Tabla 39.** Estadísticos descriptivos de las puntuaciones de los estudiantes en cada medición y por observador | 177

**Tabla 40.** Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual cuando no usan corrector | 178

**Tabla 41.** Puntuaciones medias de los test comparando sanos con grupo con patología visual cuando sí usan corrector | 179

**Tabla 42.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba | 180

**Tabla 43.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual | 180

**Tabla 44.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por observador | 181

**Tabla 45.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por observador comparando sanos con grupo con patología visual | 181

**Tabla 46.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual cuando no usan corrector | 182

**Tabla 47.** Tabla de frecuencias de máximos aciertos por prueba comparando sanos con grupo con patología visual cuando sí usan corrector | 183

**Tabla 48.** Distribución del número de aciertos en las tres dimensiones del color según la utilización de corrector | 184



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de la muestra por sexo | 111
- Figura 2.** Distribución de la muestra por grupo | 112
- Figura 3.** Distribución de los participantes por sexo según grupo | 112
- Figura 4.** Distribución del sexo estratificado por grupo | 113
- Figura 5.** Distribución del número de mediciones que realiza cada participante | 114
- Figura 6.** Distribución del número de valoraciones realizadas por sexo | 115
- Figura 7.** Distribución de los grupos con alteración visual estratificada por el número de mediciones | 117
- Figura 8.** Distribución del tipo de corrector utilizado | 118
- Figura 9.** Distribución del corrector utilizado por sexo | 119
- Figura 10.** Distribución del sexo según el corrector utilizado | 120
- Figura 11.** Distribución del uso del corrector utilizado por grupo | 121
- Figura 12.** Distribución del grupo por uso de corrector visual | 121
- Figura 13.** Distribución del número de aciertos para el valor en cada medición | 124
- Figura 14.** Distribución por sexo del número de aciertos para el valor en cada medición | 126
- Figura 15.** Distribución del número de aciertos para el tinte en cada medición | 127
- Figura 16.** Distribución por sexo del número de aciertos para el tinte en cada medición | 129
- Figura 17.** Distribución del número de aciertos para la intensidad en cada medición | 129
- Figura 18.** Distribución por sexo del número de aciertos para el intensidad en cada medición | 131
- Figura 19.** Distribución de las puntuaciones obtenidas en cada prueba | 132
- Figura 20.** Distribución de las puntuaciones obtenidas en cada prueba por sexo | 137
- Figura 21.** Distribución de las puntuaciones obtenidas por el observador | 141
- Figura 22.** Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por el observador según uso de corrector visual | 143
- Figura 23.** Distribución de las puntuaciones obtenidas por el observador por sexo | 146
- Figura 24.** Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por el observador según uso de corrector visual estratificado por sexo | 146
- Figura 26.** Distribución por sexo de las mediciones realizadas por cada grupo | 153
- Figura 27.** Distribución por grupo de las mediciones realizadas por cada sexo | 154
- Figura 28.** Distribución del número de mediciones según el tipo de corrector empleado | 154
- Figura 29.** Distribución del número de mediciones según el tipo de corrector empleado en cada grupo | 155
- Figura 30.** Distribución del tipo de corrector utilizado por grupo con patología visual | 156
- Figura 31.** Distribución del tipo de corrector utilizado por sexo y por grupo | 156
- Figura 32.** Distribución del código del color (frecuencia descendente) | 157
- Figura 33.** Distribución del valor. | 158
- Figura 34.** Distribución del tinte | 158
- Figura 35.** Distribución de la intensidad (pálido hasta saturado) | 159
- Figura 36.** Distribución del porcentaje de aciertos según la dimensión del color | 160
- Figura 37.** Distribución de la puntuación obtenida en cada medición | 162
- Figura 38.** Distribución de la puntuación obtenida en cada medición por sexo | 163
- Figura 39.** Boxplot de las puntuaciones obtenidas en cada medición por sexo según grupo | 164

**Figura 40.** Distribución de la puntuación obtenida en cada medición por utilización de corrector | 165

**Figura 41.** Distribución de la puntuación global obtenida en las tres mediciones | 166

**Figura 42.** Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por sexo según grupo | 167

**Figura 43.** Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas por uso del corrector | 168

**Figura 44.** Boxplot de las puntuaciones globales obtenidas en cada grupo por sexo y por uso del corrector | 169

**Figura 45.** Distribución del porcentaje de aciertos en cada dimensión del color | 170

**Figura 46.** Distribución de los aciertos en cada dimensión del color | 171

**Figura 47.** Distribución de los aciertos en cada dimensión del color estratificado por grupo | 172

**Figura 48.** Distribución de los aciertos en cada dimensión del color estratificado por uso del corrector | 173

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

**Ilustración 1:** Dispersión cromática de la luz.

Experimento de Isaac Newton, donde observo que la luz se descomponía en un espectro de color, al pasar a través de un prisma | 19

**Ilustración 2:** Diagramas triangulares en los  
Johann Goethe basó el contenido emocional de cada color y sentó las bases de la actual «Psicología del Color» | 20

**Ilustración 3:** Thomas Young y Hermann von Helmholtz, científicos que desarrollaron la Teoría Tricromática del color | 21

**Ilustración 4:** Ewald Hering, creador de la Teoría Oponente del color. Esta teoría fue desarrollada estudiando las postimágenes que se generan viendo láminas de colores | 22

**Ilustración 5:** Longitudes onda correspondientes a los colores del espectro visible distinguidos por el ojo humano | 22

**Ilustración 6:** Transmisión de la luz a través de un objeto. Tomada de Chu y cols., 2004 (2) | 23

**Ilustración 7:** Reflexión de la luz al incidir sobre un objeto sólido. Tomada de Chu y cols., 2004 (2) | 23

**Ilustración 8:** Reflexión de la luz al incidir los objetos. Los objetos que reflejan todas las longitudes de onda son percibidos como blancos. Los objetos que absorben toda la luz son percibidos como negros. Un objeto rojo corresponde a aquel que refleja la luz roja y absorbe el resto de longitudes de onda. Tomada de Chu y cols., 2004 (2) | 24

**Ilustración 9:** Teoría tricromática del color de Young-Helmholtz se formó sobre la idea de que existían tres clases de receptores en la retina sensibles a cada uno de los tres colores primarios (rojo, verde y azul). ([http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones\\_de\\_la\\_L%C3%B3gica\\_Difusa\\_a\\_la\\_Colorimetr%](http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones_de_la_L%C3%B3gica_Difusa_a_la_Colorimetr%)) | 25

**Ilustración 10:** Teoría de los Procesos Oponentes. En 1878 Hering propuso una nueva teoría que explicaba la percepción

de los colores en base a las respuestas oponentes generadas por el azul-amarillo y el rojo-verde, añadiendo más tarde la oposición negro-blanco. [http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones\\_de\\_la\\_L%C3%B3gica\\_Difusa\\_a\\_la\\_Colorimetr%C3%ADa](http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php/Aplicaciones_de_la_L%C3%B3gica_Difusa_a_la_Colorimetr%C3%ADa) | 26

**Ilustración 11:** Teoría aditiva del color: Los colores primarios (rojo, verde y azul) se combinan para formar los colores secundarios (amarillo, azul cian y magenta). La mezcla de los tres colores primarios da como resultado el color blanco | 27

**Ilustración 12:** Teoría sustractiva del color: Los colores primarios (amarillo, magenta y azul cian) se combinan para formar los colores secundarios (verde, rojo y azul). La mezcla de los tres colores primarios da como resultado el color gris neutro | 28

**Ilustración 13:** Los colores primarios de la teoría sustractiva se forman cuando un color aditivo primario es absorbido y los otros dos son reflejados. Tomada de Chu y cols., 2004 (2). | 28

**Ilustración 14:** Colores pigmento primarios; se relacionan directamente con los colores sustractivos primarios pero se denominan rojo, amarillo y azul. Tomada de Chu y cols., 2004 (2). | 29

**Ilustración 15:** Colores pigmento secundarios; se obtienen mezclando dos colores pigmento primarios y se denominan naranja, verde y violeta. Tomada de Chu y cols., 2004 (2). | 30

**Ilustración 16:** Colores complementarios, cuando los colores complementarios se mezclan, se obtiene el gris neutro. | 30

**Ilustración 17:** Las tres dimensiones del color: Tinte, intensidad y valor | 32

**Ilustración 18:** Diagrama de cromaticidad CIE 1931 (CIE  $x^*y^*z^*$ ). La curva espectral está encerrada en un triángulo equilátero, donde se establece un sistema de coordenadas ( $x^*$ ,  $y^*$ ,  $z^*$ ) | 33

**Ilustración 19:** El sistema cromático CIE  $L^*a^*b^*$ , presenta un eje de luminosidad vertical ( $L^*$ ) y dos ejes horizontales ( $a^*$  y  $b^*$ ). Estos dos últimos ejes definen el plano del color,

en el que la intensidad cromática aumenta radialmente hacia afuera. | 34

**Ilustración 20:** Espacio cromático CIEL\*C\*h\*, donde L\* corresponde a la luminosidad, C\* a la saturación o croma y h\* al tono | 35

**Ilustración 21:** Posición del espacio cromático dental dentro del espacio cromático CIEL\*a\*b (47) | 36

**Ilustración 22:** Representación de la diferencia de color o  $\Delta E$ .  $\Delta E$  refleja la diferencia percibida por el ojo humano entre los colores localizados en los puntos P1 y P2. Los datos de  $\Delta E$  por debajo de 2 son difícilmente reconocidos por el ojo humano como una diferencia de colores (47). | 37

**Ilustración 23:** Apariencia de los dientes incisivos centrales superiores bajo distintas condiciones de luz. Tomado de Chu y cols., 2004 (2) | 39

**Ilustración 24:** Lámpara «Shade Light™» (KERR) que ofrece una luz de 6500 K | 39

**Ilustración 25:** Apariencia de los incisivos superiores bajo distintas condiciones de luz. En estos dientes se puede observar el fenómeno del metamerismo (Chu y cols., 2004) | 40

**Ilustración 26:** Dientes maxilares con una translucencia incisal azulada. B) Dientes maxilares con una translucencia incisal anaranjada debido a la edad. (2) | 41

**Ilustración 27:** A) Efecto de opalescencia azul al incidir la luz desde el frente. B) Efecto de opalescencia naranja al incidir la luz desde atrás. (2) | 41

**Ilustración 28:** A) Dientes extraídos y observados bajo luz natural. B) Dientes observados bajo la luz ultravioleta para observar la fluorescencia natural de los dientes (2). | 42

**Ilustración 29:** Efectos del contraste de valor. Los mismos dientes aparecen más claros cuando el fondo es oscuro (Chu y cols., 2004). | 43

**Ilustración 30:** Efectos del contraste de valor debido la inflamación de la encías. Los dientes observados en contraste con unas encías inflamadas aparecen de un color más claro (2). | 43

**Ilustración 31:** Efectos del contraste de tinte. Bajo diferentes colores de fondo, los dientes adquieren un tinte similar al color complementario del fondo. Los dientes en un fondo amarillo adquieren un tinte púrpura, mientras que los dientes en un fondo azul adquieren un tinte anaranjado (2) | 44

**Ilustración 32:** Efectos del contraste de saturación (2). A) Dientes de cerámica sin contraste de saturación. B) Dientes de cerámica con fondo de color naranja, donde se observa que los dientes se observan más difusos o menos nítidos debido al contraste de saturación | 44

**Ilustración 33:** Contraste producido al confrontar un color cálido y otro frío. Un color puede ser más cálido si está rodeado de otros más fríos y viceversa | 45

**Ilustración 34:** Contraste de complementarios. Dos colores complementarios son los que ofrecen juntos mejores posibilidades del contraste | 45

**Ilustración 35:** Efectos de contraste de área. Los dientes grandes parecen más claros que los dientes pequeños, mientras que los dientes pequeños parecen más oscuros (2) | 46

**Ilustración 36:** Efectos del contraste espacial. El incisivo mandibular derecho parece más oscuro al estar retraído con respecto a los otros dientes (2) | 46

**Ilustración 37:** Efectos del contraste sucesivo (2). Cuando se observa durante unos segundos el diente amarillo, y a continuación se observa el diente blanco, se produce la sensación de ver la imagen complementaria en el diente blanco | 47

**Ilustración 38:** Guía de colores Vita classical/A1-D4. Permite la determinación del color dental. En la familia de colores de VITA classical los colores se agrupan en 4 grupos o familias,

con diferentes tonalidades, proporcionado un total de 16 tablillas. Tomado de <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guia-de-colores-VITA-classical-A1-D4-39702,27568.html> | 49

**Ilustración 39:** En las guías de colores como la guía Vita classical, las muestras suelen distribuirse de manera irregular en el espacio tricromático dental. Algunas muestras se encuentran incluso fuera del espacio cromático de los dientes naturales (47) | 50

**Ilustración 40:** Guía de colores Vita System 3D-Master. Esta guía está dividida en cinco grupos de luminosidad. En cada grupo se dispone de un diente central M2 rodeado de seis dientes para la determinación de las desviaciones de intensidad y tonalidad cromática. Tomado de Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004 (47) | 51

**Ilustración 41:** Para la determinación del valor de un diente es útil utilizar la comparación de los valores medios M2 de los cinco grupos del valor. (47) | 52

**Ilustración 42:** Estructura del Vita System 3-D Master. El primer lugar se determina la luminosidad (del 1 al 5). A continuación, se procede a la evaluación de la intensidad cromática (pálido a intenso), y por último se determina la tonalidad (tendencia al amarillo o al rojo) (47) | 52

**Ilustración 43:** Esquema de las 29 muestras de la guía Vita System 3-D Master. Tomado de Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004 (47) | 53

**Ilustración 44:** Guía de colores Chromascop. Presenta 20 tablillas divididas en 5 grupos de matices. <https://www.proclinic.es/guia-de-colores-chromascop.html> | 53

**Ilustración 45:** Imagen del software que muestra las medidas realizadas en la superficie completa del diente (*complete tooth measurement*), obteniéndose un mapa de distribución del color dental muy detallado (2) | 54

**Ilustración 46:** Cámara digital para tomar imágenes de los dientes, resultando una herramienta complementaria útil para la determinación del color dental (2) | 56

**Ilustración 47:** ShadeVision de X-Rite. <http://www.rogergreendds.com/shade-vision.php> | 57

**Ilustración 48:** Shade Ex-Eye de la casa Shofu. [http://www.idental-ty.com/en/pro\\_display.php?id=1794](http://www.idental-ty.com/en/pro_display.php?id=1794) | 58

**Ilustración 49:** Toma de color con EssayShade de Vita Imagen tomada de Pascual-Moscardo y Camps-Aleman, 2006 (73) | 59

**Ilustración 50:** Estructuras de orientación y referencia en el ojo. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 63

**Ilustración 51:** Tejidos embrionarios que contribuyen al desarrollo del órgano de la visión. Neuroectodermo (azul); ectodermo superficial (verde); mesodermo (amarillo); cresta neural (rosa). Ilustración tomada de Harada y cols., 2007 (108) | 64

**Ilustración 52:** Corte transversal que pasa por el cerebro anterior de un embrión de 22 días donde se observan los surcos ópticos. A continuación, los surcos forman las vesículas ópticas que contactan con el ectodermo supradacente, induciendo la placoda del cristalino. Adaptado de Sadler, 2007 (111) | 65

**Ilustración 53:** Corte lateral del cerebro anterior del embrión de 4 semanas, donde se observa la aparición de la vesícula óptica, en contacto con el ectodermo superficial, que se engrosa para formar la placoda del cristalino. A continuación, se muestra la invaginación de la placoda del cristalino y la vesícula óptica. En la 5ª semana, la vesícula del cristalino se desprende del ectodermo y se sitúa en la boca de la cúpula óptica. Adaptado de Sadler, 2007 (111) | 66

**Ilustración 54:** Microtomografía de un corte sagital de un embrión de 32 días, donde se observa el esbozo del cristalino (placoda cristalina invaginada) y las paredes de la cúpula óptica que constituyen el esbozo de la futura retina. Se distinguen las dos capas, interna y externa, que darán lugar a la retina neural y a la retina pigmentaria, respectivamente. (113). | 67

**Ilustración 55:** En esta figura se observan las capas celulares de la retina que se originan durante el desarrollo. Se muestran las cuatro principales divisiones; la capa fotorreceptora, formada por los conos y bastones; la capa nuclear externa, formada por los núcleos de los conos y bastones; la capa nuclear interna, formada por los núcleos de las células bipolares y la capa de células ganglionares. Adaptada de Harada, 2007 (108) | 68

**Ilustración 56:** Desarrollo del iris y del cuerpo ciliar. El borde de la cúpula óptica está cubierto de mesénquima, en el cual se desarrollan el esfínter de la pupila y el musculo dilatador de la pupila a partir del ectodermo subyacente (111). | 69

**Ilustración 57:** A) Visión ventrolateral de la cúpula óptica y el pedículo óptico de un embrión de 6 semanas. B) Corte transversal del pedículo por la línea indicada en la figura A para mostrar la arteria hialoidea en la fisura hialoidea. C) Corte que pasa por la vesícula del cristalino, la cúpula óptica y el pedículo óptico. (111) | 70

**Ilustración 58:** Corte del ojo de un embrión de 7 semanas. El primordio ocular está completamente incluido en el mesénquima. Se observan la coroides, la esclerótica y la córnea. (111) | 71

**Ilustración 59:** Visión frontal de la órbita derecha. En ella se observan los principales huesos que forman esta estructura ósea, así como los principales puntos de paso de nervios y arterias de esta región del cráneo. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 74

**Ilustración 60:** Visión lateral (A) y visión frontal (B) del ojo derecho incluido en la órbita derecha. En la visión lateral se observa como el globo ocular sobresale ligeramente de la cavidad orbitaria. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 75

**Ilustración 61:** Corte horizontal del globo ocular. Corresponde al ojo derecho, visión craneal. La mayor parte del globo ocular está formado por tres capas que son, desde fuera hacia adentro: la esclerocornea (túnica fibrosa), la úvea (túnica vascular) y la retina. Ilustración

adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 76

**Ilustración 62:** Corte horizontal de la posición anterior del ojo, visión craneal, donde se observa la posición del iris así como de las cámaras anterior y posterior. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 78

**Ilustración 63:** Cara posterior de la lente y su aparato de sujeción, el cuerpo ciliar. El cuerpo ciliar se sitúa entre la *ora serrata* y la raíz del iris. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 79

**Ilustración 64:** Visión general de la retina. El punto de la retina de visión más aguda es la fóvea central, una pequeña fosa en el centro de la mancha amarilla (mácula lútea). Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 80

**Ilustración 65:** Corte del cuerpo ciliar, del iris y de la zónula ciliar. En el corte se observa la córnea, la lente y su aparato de sujeción. Delante de la lente se sitúa la cámara anterior del ojo, entre el iris y el epitelio anterior de la lente se sitúa la cámara posterior. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007, 107 | 81

**Ilustración 66:** Constitución de la retina. Esquema de las primeras tres neuronas de proyección de la vía óptica y sus conexiones. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 83

**Ilustración 67:** Estructura de los fotorreceptores: Conos y bastones. Los fotopigmentos están en el interior de los discos de la membrana de los segmentos externos. Tomada de Ganong, 2013 (25) | 84

**Ilustración 68:** Visión de conjunto de la vía óptica. La vía óptica se extiende desde el ojo hasta el lóbulo occipital del telencéfalo, donde llega hasta el área 17 de Brodman o área visual. Ilustración adaptada y modificada a partir de Schünke y cols., 2007 (107) | 86

**Ilustración 69:** Corte sagital donde se observan las áreas visuales (V1) y áreas visuales de asociación (V2-V8), localizadas en el lóbulo sagital. Tomada de Ganong, 2013 (25) | 87

**Ilustración 70:** Esquema de focalización en un ojo emétrope (A), miope (B) e hipermétrope (C). Tomada del Instituto de la Visión (<http://www.institutodelavisión.com/>) | 89

**Ilustración 71:** Ficha que se rellenaba para cada uno de los alumnos participantes en el estudio para realizar la recogida de datos | 98

**Ilustración 72:** Posicionamiento del sensor del luxómetro para comprobar la intensidad de la luz en el lugar de la toma del color | 99

**Ilustración 73:** Aparato para la toma de la temperatura del color.(C 500 Prodigy Color. Sekonic) | 99

**Ilustración 74:** Test de Ishihara utilizado para detectar las anomalías en la percepción del color de los participantes | 100

**Ilustración 75:** Guía Vita 3-D Master que utilizada con dientes que se mantuvieron intactos | 101

**Ilustración 76:** Espectrofotómetro (Easysshade Vita-Zahnfabrik, Alemania) | 102

**Ilustración 77:** Guía Vita 3 D Master y Espectrofotómetro( Easysshade Vita-Zahnfabrik, Alemania )utilizado para el estudio | 102

**Ilustración 78:** Comprobación con espectrofotómetro de Vita, del color de cada diente en ambas guías dentales | 103

**Ilustración 79:** Tabla de equivalencias de la guía codificada | 103

**Ilustración 80:** Dientes de la guía Vita 3-D Master modificada, desmontada y codificada | 104

**Ilustración 81:** Esquema explicativo del manejo de la guía Vita 3D Master.  
Foto tomada de la página <https://www.vita-zahnfabrik.com> | 106

FICHAS DE RECOGIDA DE DATOS CUMPLIMENTADAS

PARTICIPANTE No: 1  
SEXO: femenino  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3L 2.5	1	1	1	3	
2 (5)	2L 1.5	0	0	0	0	
3 (24)	4L 2.5	1	0	0	1	4

PARTICIPANTE No: 2  
SEXO: MASCULINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (11)	3M1	0	0	0	0	
2 (7)	3L 2.5	0	1	1	2	
3 (16)	3M2	1	1	1	3	5

PARTICIPANTE No: 3  
SEXO: FEMENINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3M3	1	1	1	3	
2 (8)	2L 2.5	1	0	0	1	
3 (28)	4R 2.5	0	0	0	0	4

PARTICIPANTE No: 4  
SEXO: FEMENINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2M3	0	0	1	1	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (18)	3R 2.5	1	0	1	2	4



232 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPÍA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 5

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3R 2.5	1	1	0	2	
2 (28)	5M2	1	1	1	3	
3 (9)	2M2	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 6

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3L 2.5	1	1	1	3	
2 (17)	3M3	1	1	1	3	
3 (19)	3R 2.5	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 7

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (7)	2R 2.5	1	1	0	2	
2 (21)	4R 2.5	1	1	0	2	
3 (26)	4M3	1	0	0	1	5

PARTICIPANTE No: 8

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (20)	4R 1.5	1	1	0	2	
2 (11)	2R 1.5	1	1	1	3	
3 (29)	5 M3	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 9

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (18)	3R 1.5	1	1	1	3	
2 (10)	2L 2.5	1	0	0	1	
3 (27)	5M1	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 10

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4R 2.5	1	1	0	2	
2 (7)	2M3	1	0	0	1	
3 (16)	3L 2.5	1	0	0	1	4

PARTICIPANTE No: 11

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (13)	3L 1.5	1	1	1	3	
2 (5)	1M2	1	1	1	3	
3 (26)	4M3	1	0	0	1	7

PARTICIPANTE No: 12

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2L 2.5	1	0	0	1	
2 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	
3 (6)	1M2	0	0	0	0	4

234 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 13

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA ( ASTIGMATISMO)

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	4M2	0	0	0	0	
2 (5)	2L 1.5	0	0	0	0	
3 (12)	3M2	0	0	0	0	0

PARTICIPANTE No: 14

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2M3	1	0	0	1	
2 (11)	1M2	0	0	0	0	
3 (24)	4L 2.5	1	0	0	1	2

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3M3	1	0	0	1	
2 (5)	2M2	0	1	1	2	
3 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 15

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3M3	1	0	0	1	
2 (13)	2R 2.5	0	0	0	0	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	4

PARTICIPANTE No: 16

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3M3	1	0	0	1	
2 (24)	4M3	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 17

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (13)	3L 1.5	1	1	1	3	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (28)	5M2	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 18

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3M3	0	0	1	1	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 19

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3M3	1	0	1	2	
2 (29)	5M2	1	0	1	2	
3 (7)	2L 2.5	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 20

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3R 2.5	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	9

236 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPÍA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 21

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3	
2 (12)	2M3	1	0	0	1	
3 (10)	3L 2.5	0	0	0	0	4

PARTICIPANTE No: 22

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2L 2.5	1	0	0	1	
2 (13)	4M1	0	0	0	0	
3 (17)	3M3	1	1	1	3	4

PARTICIPANTE No: 23

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (10)	2R 2.5	1	0	0	1	7

PARTICIPANTE No: 24

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2R 2.5	1	0	0	1	
2 (6)	2L 1.5	1	1	1	3	
3 (21)	4R 2.5	1	1	0	2	6

PARTICIPANTE No: 25

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1	
2 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 26

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3R 2.5	1	1	0	2	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (10)	2M3	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 27

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L 2.5	1	1	1	3	
2(12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (26)	5M2	0	0	0	0	6

PARTICIPANTE No: 28

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (12)	3M2	0	0	0	0	6

238 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPÍA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 29

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3M3	1	0	0	1	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 30

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 31

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3M3	1	0	0	1	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	5

PARTICIPANTE No: 32

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	3L 1.5	0	0	0	0	
2 (26)	4L 2.5	1	1	0	2	
3 (18)	3R 1.5	1	1	1	3	5

PARTICIPANTE No: 33

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	3M2	0	0	0		
2 (26)	4M3	1	0	0		
3 (14)	3M3	1	0	0		

PARTICIPANTE No: 34

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1		
2 (14)	3R 2.5	1	1	0		
3 (5)	2M2	0	1	1		

PARTICIPANTE No: 35

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3	1	1	1	3	
2 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (4)	1M1	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 36

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2M2	0	1	1	2	
2 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	
3 (14)	3M3	1	0	0	1	6



240 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 37

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4M3	1	0	0	1	
2 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (10)	2M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 38

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4M3	1	0	0	1	
2 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (10)	2M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 39

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (4)	1M1	1	1	1	3	
2 (21)	3M2	0	0	0	0	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 40

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3M3	1	0	0	1	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (8)	2M1	1	1	1	3	5

PARTICIPANTE No: 41

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (20)	4M2	1	0	0	1	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 42

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2R 1,5	0	0	0	0	
2 (26)	5M2	0	0	0	0	
3 (12)	2L 2,5	1	1	0	2	2

PARTICIPANTE No: 43

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (17)	4L 2,5	0	0	0	0	
3 (14)	3R 2,5	1	1	0	2	5

PARTICIPANTE No: 44

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (14)	3L 2,5	1	1	1	3	
3 (23)	4M2	1	1	1	3	9

242 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 45

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1	
2 (17)	4L 2,5	0	0	0	0	
3 (26)	4M3	1	0	0	1	2

PARTICIPANTE No: 46

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2L 2,5	0	0	0	0	
2 (10)	2R 2,5	1	0	0	1	
3 (14)	3R 2,5	1	1	0	2	3

PARTICIPANTE No: 47

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4L 2,5	1	0	0	1	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (14)	3M3	1	0	0	1	5

PARTICIPANTE No: 48

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L 2,5	1	1	1	3	
2 (26)	3R 2,5	0	1	1	2	
3 (12)	3M2	0	0	0	0	5

PARTICIPANTE No: 49

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (7)	2M3	1	0	0	1	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (23)	4R 2,5	1	0	0	1	3

PARTICIPANTE No: 50

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3	1	1	1	3	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 51

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (24)	4M3	1	1	1	3	
3 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	9

244 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 1

SEXO: masculino

DALTONISMO: no

ALTERACIONES OCULARES: miopia

CON LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4R2,5	1	1	1	3	
2 (12)	2M3	1	0	0	1	
3 (5)	2M2	0	1	1	2	6

SIN LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	5M3	0	1	1	2	
2 (19)	4L 2,5	0	1	0	1	
3 (21)	4M3	1	0	0	1	4

PARTICIPANTE No: 2

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1	
2 (4)	1M1	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L 2,5	1	1	1	3	
2 (4)	2R 2,5	0	0	0	0	
3 (29)	5M2	1	0	1	2	5

PARTICIPANTE No: 3

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

SIN GAFAS( NO USA)

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (13)	4L 1,5	0	1	1	2	
3 (22)	4M1	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 4

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (16)	3M2	1	1	1	3	
2 (5)	2L 1,5	0	0	0	0	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (16)	2R 2,5	0	0	0	0	
2 (5)	2R 1,5	0	0	0	0	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	3

PARTICIPANTE No: 5  
SEXO: FEMENINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1		
2 (14)	3R 2,5	1	1	0	2		
3 (12)	2R 2,5	1	1	1	3		6

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1		
2 (14)	3M3	1	0	0	1		
3 (12)	2R 2,5	1	1	1	3		5

PARTICIPANTE No: 6  
SEXO: MASCULINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (18)	3R 1,5	1	1	1	3		
2 (15)	3M1	1	1	1	3		
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		9

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (18)	3R 2,5	1	0	1	2		
2 (15)	4M3	0	0	1	1		
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		6

PARTICIPANTE No: 7  
SEXO: MASCULINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (22)	5M1	0	1	1	2		
2 (28)	5M2	1	1	1	3		
3 (7)	2M3	1	0	0	1		6

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (22)	5M1	0	1	1	2		
2 (28)	5M2	1	1	1	3		
3 (7)	2M3	1	0	0	1		6

PARTICIPANTE No: 8  
SEXO: MASCULINO  
DALTONISMO: NO  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	2L 1,5	1	0	0	1		
2 (12)	2R 2,5	1	1	1	3		
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		7

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	2L 1,5	1	0	0	1		
2 (12)	2R 2,5	1	1	1	3		
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		7

246 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 9

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
2 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
3 (19)	4M2	0	0	0	0	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
2 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
3 (19)	4M2	0	0	0	0	6

PARTICIPANTE No: 10

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	3M2	0	0	0	0	
2 (11)	2R 1,5	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
2 (11)	2R 1,5	1	1	1	3	
3 (26)	2M2	0	0	0	0	6

PARTICIPANTE No: 11

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (13)	2M3	0	0	0	0	
2 (5)	1M2	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (13)	2M3	0	0	0	0	
2 (5)	1M2	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 12

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3R 2,5	1	1	1	3	
2 (20)	4M2	1	0	0	1	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	7

SIN LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3R 2,5	1	1	1	3	
2 (20)	4M1	1	0	0	1	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 13

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

NO USA GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3M3	1	1	1	3	
2 (24)	4L 2,5	1	0	0	1	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 14

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (24)	5M2	0	0	1	1	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (24)	5M2	0	0	1	1	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 15

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2L 2,5	1	1	0	2	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	8

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2L 2,5	1	1	0	2	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 16

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (11)	2L 1,5	1	1	0	2	
2 (21)	4L 2,5	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	8

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (11)	2L 1,5	1	1	0	2	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	6



248 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES  
(MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 17

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3R 2,5	1	0	0	1	
2 (5)	2L 1,5	0	0	0	0	
3 (10)	3M2	0	0	1	1	2

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	4L 2,5	0	0	0	0	
2 (5)	2L 1,5	0	0	0	0	
3 (10)	2R 2,5	1	0	0	1	1

PARTICIPANTE No: 18

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3	
2 (12)	2M3	1	0	0	1	
3 (19)	3L 2,5	1	1	0	2	6

PARTICIPANTE No: 19

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3R 2,5	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 20

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (14)	3M3	1	0	0	1	
2 (29)	5M2	1	0	1	2	
3 (7)	2L 2,5	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 21

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3		
2 (19)	3R 2,5	1	1	1	3		
3 (12)	2R 1,5	1	0	1	2	8	

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3		
2 (19)	3M3	1	0	0	1		
3 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	7	

PARTICIPANTE No: 22

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (6)	1M2	0	0	0	0		
2 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		
3 (14)	3R 2,5	1	1	0	2	5	

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (6)	1M2	0	0	0	0		
2 (26)	4R 2,5	1	1	1	3		
3 (14)	3R 2,5	1	1	0	2	5	

PARTICIPANTE No: 23

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2L 1,5	0	0	0	0		
2(26)	3R 2,5	0	1	1	2		
3 (17)	5M2	0	0	1	1	3	

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2M1	0	0	1	1		
2(26)	4M3	1	0	0	1		
3 (17)	3M3	1	1	1	3	5	

PARTICIPANTE No: 24

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1		
2 (24)	4M3	1	1	1	3		
3 (14)	3M3	1	0	0	1	5	

SIN GAFAS

		COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1		
2 (24)	4M3	1	1	1	3		
3 (14)	3M3	1	0	0	1	5	

250 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 25

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (5)	2L 2,5	0	0	0	0	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (5)	2M2	0	1	1	2	8

PARTICIPANTE No: 26

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (17)	3R 2,5	1	0	0	1	
3 (24)	4M3	1	1	1	3	7

SIN LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (17)	3R 2,5	1	0	0	1	
3 (24)	4M3	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 27

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (11)	2R 1,5	1	1	1	3	
3 (25)	4R 1,5	1	1	1	3	9

SIN LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (11)	2R 1,5	1	1	1	3	
3 (25)	4R 1,5	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 28

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4R 2,5	1	1	0	2	
2 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
3 (12)	2M2	1	0	0	1	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1	
2 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
3 (12)	2M2	1	0	0	1	5

PARTICIPANTE No: 29

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (15)	3M1	1	1	1	3	
2 (5)	1M1	1	0	1	2	
3 (10)	3R 1,5	0	0	0	0	5

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (15)	3M1	1	1	1	3	
2 (5)	1M2	1	1	1	3	
3 (10)	2L 2,5	0	0	0	0	6

PARTICIPANTE No: 30

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	3R 2,5	1	1	1	3	
2 (12)	3M2	0	0	0	0	
3 (6)	1M2	0	0	0	0	3

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (19)	4M2	0	0	0	0	
2 (12)	2R 2,5	0	0	0	0	
3 (6)	1M2	0	0	0	0	0

PARTICIPANTE No: 31

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L 2,5	1	1	1	3	
2 (6)	2L 1,5	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4R 2,5	1	1	0	2	
2 (6)	2L 1,5	1	1	1	3	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 32

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	2M 2	1	1	1	3	
2 (18)	3M1	1	0	0	1	
3 (22)	5M1	0	1	1	2	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	4M1	0	1	0	1	
2 (18)	3R1,5	1	1	1	3	
3 (22)	4M1	1	1	1	3	7

252 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 33

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (20)	4L 1,5	1	1	1	3	
2 (24)	1M1	0	0	1	1	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	7

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (20)	4M3	1	0	0	1	
2 (24)	1M1	0	0	1	1	
3 (29)	5M3	1	1	1	3	5

PARTICIPANTE No: 34

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3R 2,5					
2 (26)	4M2					
3 (5)	1M2					

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3R 2,5					
2 (26)	4R 2,5					
3 (5)	2L 1,5					

PARTICIPANTE No: 35

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	34L 2,5					
2 (7)	2M3					
3 (14)	3L 2,5					

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4R 2,5					
2 (7)	3M3					
3 (14)	2M3					

PARTICIPANTE No: 36

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2					
2 (17)	3M3					
3 (29)	5M3					

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2					
2 (17)	3M3					
3 (29)	5M3					

PARTICIPANTE No: 37

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5					
2 (21)	4M3					
3 (24)	4M3					

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	3L 1,5					
2 (21)	5M2					
3 (24)	4M3					

PARTICIPANTE No: 38

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5					
2 (17)	4L 2,5					
3 (5)	1M2					

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5					
2 (17)	4L 2,5					
3 (5)	1M2					

PARTICIPANTE No: 39

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3					
2 (7)	2M3					
3 (5)	2M2					

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	5M3					
2 (7)	2L 2,5					
3 (5)	2R 2,5					

PARTICIPANTE No: 40

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3M3	1	1	1	3	
2 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
3 (10)	2M3	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3M3	1	1	1	3	
2 (26)	4R2,5	1	1	1	3	
3 (10)	2M3	1	1	1	3	9

254 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 41  
SEXO: FEMENINO  
  
DALTONISMO: NO  
  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS (lentillas)

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (24)	4M3	1	1	1	3	
3 (27)	5M1	1	1	1	3	9

SIN GAFAS (lentillas)

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (24)	4M3	1	1	1	3	
3 (27)	5M1	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 42  
  
SEXO: FEMENINO  
  
DALTONISMO: NO  
  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (22)	4M1	1	1	1	3	
2 (10)	3M3	0	1	1	2	
3 (12)	2R2,5	1	1	1	3	8

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (22)	4M1	1	1	1	3	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (12)	3M2	1	0	0	1	7

PARTICIPANTE No: 43  
  
SEXO: FEMENINO  
  
DALTONISMO: NO  
  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4M3	1	0	0	1	
2 (7)	3L 2,5	0	1	1	2	
3 (19)	3R 2,5	1	1	1	3	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	4R 2,5	1	1	1	3	
2 (7)	2R 2,5	1	1	0	2	
3 (19)	3R 2,5	1	0	0	1	6

PARTICIPANTE No: 44  
  
SEXO: FEMENINO  
  
DALTONISMO: NO  
  
ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
2 (28)	5M2	1	1	1	3	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (12)	2R 2,5	1	1	1	3	
2 (28)	5M2	1	1	1	3	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 45

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L2,5	1	1	1	3	
2 (14)	3L 2,5	1	1	1	3	
3 (5)	2M2	0	1	1	2	8

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4L 2,5	1	1	1	3	
2 (14)	3M2	1	0	0	1	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	7

PARTICIPANTE No: 46

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2R 1,5	0	0	0	0	
2 (14)	3L 2,5	1	1	1	3	
3 (19)	3M3	1	0	0	1	4

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (14)	3R 2,5	1	1	0	2	
3 (19)	4M2	0	0	0	0	5

PARTICIPANTE No: 47

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2L 1,5	0	0	0	0	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (14)	3L 2,5	1	1	1	3	6

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2M1	0	0	1	1	
2 (29)	3M3	0	1	1	2	
3 (14)	5M3	0	0	0	0	3

PARTICIPANTE No: 48

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (7)	2M3	1	0	0	1	5

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (29)	5M3	1	1	1	3	
2 (21)	4M3	1	0	0	1	
3 (7)	2M3	1	0	0	1	5



256 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 49

SEXO: HOMBRE

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	5M2	0	0	0	0	
2 (17)	3R 2,5	1	0	0	1	
3 (13)	3M1	1	0	0	1	2

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (26)	5M2	0	0	0	0	
2 (17)	4M3	0	1	1	2	
3 (13)	4M2	0	0	0	0	2

PARTICIPANTE No: 50

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (28)	5M2	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (10)	2M3	1	1	1	3	
3 (28)	5M2	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 51

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: MIOPIA

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	3R 2,5	1	0	0	1	
2 (20)	4M2	1	0	0	1	
3 (26)	5M3	0	0	0	0	2

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (17)	4M3	0	1	1	2	
2 (20)	4R 2,5	1	0	0	1	
3 (26)	4L 2,5	1	1	0	2	5

PARTICIPANTE No: 1

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	1M2	1	1	1	3	
2 (18)	2R 1.5	0	1	1	2	
3 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	8

PARTICIPANTE No: 2

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (13)	3L 1.5	1	1	1	3	
2 (23)	3R 2.5	0	0	0	0	
3 (9)	2M2	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 3

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

NO USA GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (21)	4M3	1	0	0	1	
2 (10)	3L 2.5	0	0	0	0	
3 (5)	1M2	1	1	1	3	4

PARTICIPANTE No: 4

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (18)	3R 1.5	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (10)	2M3	1	1	1	3	
2 (18)	3R 1.5	1	1	1	3	
3 (26)	4R 2.5	1	1	1	3	9

258 ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS ALTERACIONES VISUALES (MIOPIA E HIPERMETROPÍA) EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL

PARTICIPANTE No: 5

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (6)	2L 1.5	1	1	1	3	9

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (24)	4M3	1	1	1	3	
2 (29)	5M3	1	1	1	3	
3 (6)	2L 1.5	1	1	1	3	9

PARTICIPANTE No: 6

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	3M2	0	1	1	2	
2 (13)	4M1	0	0	0	0	
3 (23)	4R 2.5	1	0	0	1	3

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (9)	2R 2.5	1	0	0	1	
2 (13)	3M2	1	0	0	1	
3 (23)	4R 2.5	1	0	0	1	3

PARTICIPANTE No: 7

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: HIPERMETROPE

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (6)	2M2	1	0	0	1	
2 (9)	3L 1.5	0	0	0	0	
3 (28)	5M2	1	1	1	3	4

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (6)	2L 1.5	1	1	1	3	
2 (9)	3L 1.5	0	0	0	0	
3 (28)	5M2	1	1	1	3	6

PARTICIPANTE No: 8

SEXO: MASCULINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

CON LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2M1	0	0	1	1	
2 (12)	2R 2.5	1	1	1	3	
3 (19)	3R 2.5	1	1	1	3	7

SIN LENTILLAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (5)	2L 1.5	0	0	0	0	
2 (12)	3M2	0	0	0	0	
3 (19)	3R 2.5	1	1	1	3	3

PARTICIPANTE No: 9

SEXO: FEMENINO

DALTONISMO: NO

ALTERACIONES OCULARES: SIN PATOLOGIA

SIN GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (23)	4M2	1	1	1	3	
2 (27)	5M1	1	1	1	3	
3 (16)	2R 2.5	0	0	0	0	6

CON GAFAS

LETRA	COLOR QUE ESCOGE	ACIERTO VALOR	ACIERTO INTENSIDAD	ACIERTO TINTE	PUNTUACION INDIVIDUAL	PUNTUACION TOTAL
1 (23)	4R 2.5	1	0	0	1	
2 (27)	5M1	1	1	1	3	
3 (16)	3M2	1	1	1	3	7

